

Р133208

ОЧЕРКЪ ИСТОРИИ МОСТОВЪ.

Часть I.

ДЕРЕВЯННЫЕ И КАМЕННЫЕ МОСТЫ.

СОСТАВИЛЪ

М. Черепашинскій,

профессоръ Императорскаго Техническаго Училища въ Москвѣ.

Съ атласомъ чертежей.



МОСКВА.

Университетская типогр., Страстной бульваръ.

1898.

О Ч Е Р К Ъ И С Т О Р І И М О С Т О В Ъ.

Часть I.

ДЕРЕВЯННЫЕ И КАМЕННЫЕ МОСТЫ.

Провер. 1933

СОСТАВИЛЪ

М. Черепашинскій,

профессоръ Императорскаго Техническаго Училища въ Москвѣ.

Съ атласомъ чертежей.

МОСКВА.

Университетская типогр., Страстной бульваръ.

1898.

Р 133208
ПРОВЕРЕНО
1946

ПРОВЕРЕНО
1952



О Г Л А В Л Е Н І Е.

	<i>Стр.</i>
Предисловіе.....	I.
Введеніе.....	1
Деревянныя мосты.....	5
Понтонныя мосты.....	39
Каменные мосты.....	45
Техническій характеръ построенныхъ Римлянами мостовъ	65
Мосты среднихъ вѣковъ.....	67
Техническій характеръ мостовъ средняго вѣка.....	90
Мосты, построенные въ XVI и XVII вѣкѣ.....	91
Техническій характеръ мостовъ, построенныхъ въ XVI и XVII вѣкѣ.....	101
Мосты въ Китаѣ и Японіи.....	102
Мосты въ Персіи.....	103
Мосты, построенные въ XVIII вѣкѣ.....	112
Техническій характеръ мостовъ XVIII вѣка.....	132
Мосты текущаго столѣтія.....	133
Техническій характеръ мостовъ, построенныхъ въ текущемъ столѣтіи	173

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Наиболѣе вѣрнымъ средствомъ для противодѣйствія весьма распространенному между молодыми техниками механическому заучиванію лекцій и исполненію техническихъ задачъ и проектовъ по рецептамъ справочныхъ книжекъ есть безспорно исторія техническихъ наукъ, которая, какъ говоритъ Вейраухъ, «является наиболѣе дѣйствительнымъ средствомъ для внушенія молодому технику идеальнаго понятія о его званіи, и для возбужденія въ немъ къ наукѣ болѣе интереса, чѣмъ его вызываетъ одинъ только утилитарный взглядъ на нее». Исторія техническихъ наукъ уясняетъ начало и постепенное развитіе разныхъ отраслей техники, знакомитъ съ несовершенствами прежнихъ произведеній, и посредствомъ сравненія послѣднихъ съ современными даетъ возможность избѣгать повторенія ошибокъ и ограждаетъ отъ нецѣлесообразныхъ изобрѣтеній и мнимыхъ усовершенствованій. Весьма поучительной является въ этомъ отношеніи исторія мостовъ, указывающая какъ матеріалы и конструкціи, изобрѣтенныя въ древности даже довольно отдаленной, но не получившіе въ свое время обширнаго распространенія, по прошествіи многихъ вѣковъ вновь изобрѣтались.

Примѣромъ такихъ ненормальныхъ, незнаніемъ исторіи техники обусловленныхъ явленій могутъ служить пуццоланы и бетонъ, которые были извѣстны уже древнимъ Римлянамъ, раскосныя фермы Палладіо и др. Когда Стефенсона спросили, какимъ образомъ, не получивъ научнаго образованія онъ могъ достигнуть столь значительныхъ ученыхъ успѣ-

ховъ, то онъ отвѣтилъ: «Я сначала изучилъ то, что уже было (what had already been done)». Знаніе исторіи существующаго предохранило Стефонсона отъ потери труда и времени на изобрѣтеніе уже существовавшего и на испытаніе того, что ранѣе было испытано и признано нецѣлесообразнымъ. Стефонсонъ, какъ и всѣ великіе люди, особенно возставалъ противъ посползновеній къ самобытности въ наукѣ, весьма вредной для правильнаго развитія ея; наука универсальна, какъ универсальны законы природы, и самобытности не допускаетъ.

Исторія всего болѣе способна возбудить въ учащемся любознательность, направить его занятія къ основательному усвоенію изучаемаго и пріучить относиться къ наукѣ съ почтительной критикой, преклоняясь предъ ея авторитетомъ, но не считая ее безусловно совершенной и непогрѣшимой. Многопредметность нашихъ техническихъ училищъ не позволяетъ обременять ихъ новымъ предметомъ для ознакомленія учащихся съ исторіей техники, но въ этомъ нѣтъ никакой необходимости такъ какъ краткія свѣдѣнія по исторіи преподаемаго предмета всегда могутъ быть сообщены во время объясненія его. Такой пріемъ употребляется мною съ пользою въ теченіе болѣе десяти лѣтъ при преподаваніи мостовъ и необходимыхъ для расчета ихъ отдѣловъ строительной механики и графостатики; успѣхъ проявлялся главнымъ образомъ въ увеличеніи интереса къ предмету и въ стремленіи къ болѣе сознательному изученію его, а иногда и въ пробужденіи самостоятельной дѣятельности. Съ особеннымъ удовольствіемъ я долженъ отмѣтить сочувствіе, какое сообщеніе краткихъ свѣдѣній по исторіи техники встрѣтило у столь опытного и авторитетнаго лица какъ директоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія М. П. Герсевановъ, который, ознакомившись съ моей брошюркой «Краткій историческій очеркъ развитія строительной механики» выразилъ желаніе перепечатать ее въ Сборникъ Института *), и первый подаль мнѣ мысль заняться составленіемъ Исторіи Мостовъ.

*) Кроме этого очерка въ XXII выпускъ Сборника Института Инженеровъ Путей Сообщенія напечатанъ составленный проф. Бобылевымъ „Краткій историческій очеркъ открытія основныхъ принциповъ и общихъ законовъ теоретической механики“.

При собираніи по разнымъ источникамъ, приведеннымъ въ ниже помѣщенномъ списокѣ, матеріаловъ для исторіи деревянныхъ и каменныхъ мостовъ, я встрѣтился съ большимъ затрудненіемъ по отношенію къ русскимъ мостамъ, вслѣдствіе крайне скудныхъ имѣющихся о нихъ свѣдѣній въ литературѣ. Мои старанія добыть такія свѣдѣнія другимъ путемъ не увѣнчались успѣхомъ, вслѣдствіе чего, чтобы не затягивать выходъ первой части исторіи мостовъ я рѣшился составить исторію русскихъ мостовъ отдѣльно, которую предполагаю издать въ возможно скоромъ времени. При этомъ обращаюсь ко всемъ читателямъ, сочувствующимъ моему намѣренію, не отказать мнѣ въ сообщеніи имѣющихся у нихъ хотя бы краткихъ данныхъ, могущихъ служить матеріаломъ для исторіи русскихъ мостовъ, деревянныхъ, каменныхъ и желѣзныхъ, присовокупляя, гдѣ возможно, и эскизные изображенія ихъ. Сообщенія прошу присылать по адресу: «Москва, Императорское Техническое Училище, профессору Черепашинскому.

Между тѣмъ какъ начало сооруженія деревянныхъ и каменныхъ мостовъ принадлежитъ доисторическому времени и составленіе историческаго очерка постепеннаго развитія ихъ соединено съ немалыми затрудненіями, представляютъ желѣзные мосты производство новѣйшаго времени, возникшее во второй половинѣ 18 вѣка, развитіе котораго принадлежитъ всецѣло текущему столѣтію. Богатый матеріалъ для исторіи ихъ хранится въ разныхъ, главнымъ образомъ періодическихъ, техническихъ изданіяхъ, пользованіе которыми, при нѣкоторомъ знакомствѣ съ технической литературой, не представляетъ далеко тѣхъ трудностей, какія встрѣчаются при разборѣ старинныхъ источниковъ. Это обстоятельство дѣлаетъ составленіе исторіи желѣзныхъ мостовъ сравнительно легкимъ трудомъ, который надѣюсь окончить въ самомъ непродолжительномъ времени.

М. Черепашинскій.

ВВЕДЕНІЕ.

Искусство сооруженія мостовъ было извѣстно въ самой глубокой древности. Оно возникло и развилось подъ вліяніемъ необходимости соединенія мѣстностей, раздѣленныхъ естественнымъ углубленіемъ, рѣкой или оврагомъ, для восстановленія свободнаго между ними движенія. Исторія мостовъ связана, поэтому, неразрывно съ исторіей путей сообщенія; съ развитіемъ и совершенствованіемъ послѣднихъ развивалось и совершенствовалось искусство постройки мостовъ.

Возникновеніе мостовъ слѣдуетъ относить къ самому началу развитія человѣческаго общежитія. Можно утверждать съ увѣренностью, что первоначальное устройство ихъ было точно такое, какое и теперь еще встрѣчается у народовъ, которыхъ культура или совсѣмъ не коснулась, или осталась безъ вліянія на ихъ развитіе. Тотъ, кому впервые пришла мысль перекинуть бревно черезъ русло, глубина котораго мѣшала свободному движенію между его берегами, былъ первымъ изобрѣтателемъ деревянныхъ мостовъ.

При малой глубинѣ воды переходили черезъ русло по большимъ камнямъ, выступавшимъ надъ поверхностью ея; гдѣ такихъ камней, занесенныхъ высокими водами, было недостаточно, тамъ дополняли ихъ другими, добытыми со стороны, потому что для возможности перехода разстояніе между камнями не должно было превышать длину человѣческаго шага. Впослѣдствіи такіе камни располагали поперекъ русла въ болѣе значительномъ разстояніи, и перекидывали черезъ нихъ бревна или доски, а гдѣ дерева не имѣлось—длинные плоскіе камни. Это были первые деревянные и каменные мосты на каменныхъ опорахъ, при чемъ послѣднія не рѣдко замѣнялись толстыми бревнами, такъ что получались деревянные мосты на деревянныхъ опорахъ.

Такое устройство было возможно только въ мелкой водѣ; оно представляло напору высокихъ водъ весьма малое сопротивленіе,

вслѣдствіе чего послѣ половодья отъ него не рѣдко не оставалось и слѣда. Тогда строили новый мостъ, который располагали на прежнемъ мѣстѣ, или выбирали для новаго перехода другое, отъ высокихъ водъ лучше защищенное мѣсто.

Потребность промежуточныхъ опоръ въ глубокой водѣ привела къ изобрѣтенію устройства опоръ на сваяхъ. Для образованія опоры забивали по направленію теченія двѣ сваи и соединяли ихъ между собою вверху горизонтальнымъ брусомъ, называемымъ насадкой, на которую располагали концы бревенъ, образовавшихъ мостъ. Но и свайныя опоры можно было употреблять только при довольно ограниченной глубинѣ воды.

По мѣрѣ увеличенія числа заселенныхъ мѣстъ узкія тропинки, по которымъ было возможно только пѣшеходное или верховое движеніе, превращались въ широкія дороги, а узкія перекладины — въ мосты. Черезъ большія рѣки переправлялись на плотахъ, а въ тихой и стоячей водѣ строили плавучіе мосты изъ бревенъ, бочекъ или лодокъ, расположенныхъ вплотную одна возлѣ другой.

Исторія мостовъ, равно какъ и исторія дорогъ, можетъ быть раздѣлена на два періода, изъ которыхъ первый обнимаетъ все то время, когда произвольное движеніе помощію неорганическихъ силъ не было извѣстно, а второй — послѣдующее затѣмъ время, продолжающееся до сихъ поръ. Къ первому періоду принадлежитъ все такъ называемое доисторическое время, содержащее около 6000 лѣтъ; продолжительность послѣдняго не достигаетъ еще и сотни лѣтъ, и началомъ его можно считать тотъ годъ, въ которомъ человѣку удалось покорить себѣ паровую силу и сдѣлать возможнымъ распорядиться ею не только для цѣлей промышленности, но и для движенія на сушѣ и водѣ.

Въ первомъ періодѣ мосты строили исключительно изъ дерева и камня. Вслѣдствіе небольшой величины грузовъ, которые могли быть передвигаемы силами животныхъ, можно было удовлетворяться простыми конструкціями. Рѣки съ большой глубиной считались для мостовъ недоступными, а при маломъ тогдашнемъ развитіи сообщеній народовъ между собою, особенная нужда въ мостахъ черезъ такія русла не ощущалась, такъ какъ замѣнявшіе ихъ здѣсь плоты удовлетворяли потребностямъ вполнѣ.

Паровая сила сразу измѣнила эти обстоятельства. Вызванная ею усиленная промышленная дѣятельность нуждалась въ лучшихъ сообщеніяхъ, чѣмъ тѣ, которыми она располагала, и оказались нужными мосты въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ они прежде не представляли необходимости. Требованія къ средствамъ сообщенія увеличились и необходимость соединенія данныхъ мѣстностей воз-

можно кратчайшимъ путемъ заставляла строить мосты на широкихъ и глубокихъ рѣкахъ; оказалась потребность сооружеія опоръ въ глубокой водѣ, чему при тогдашнемъ состояніи строительнаго искусства представлялись нерѣдко почти непреодолимые препятствія, обойти которые можно было только увеличеніемъ свободного отверстія. Но это увеличеніе имѣло предѣлъ въ наибольшемъ пролетѣ, какой могъ быть достигнутъ при употребленіи дерева или камня, при чемъ первый матеріалъ уже вслѣдствіе его недолговѣчности являлся для новыхъ мостовъ мало удовлетворительнымъ. Эти обстоятельства выдвинули другой матеріалъ, не употреблявшійся ранѣе для мостовъ, какъ главный, но вслѣдствіе своей крѣпости и долговѣчности въ высокой степени удовлетворяющій условіямъ цѣлесообразности мостоваго сооружеія.

Появились попытки употребленія для мостовъ металла, сначала въ видѣ чугуна, а затѣмъ — желѣза и стали. Постоянно увеличивавшаяся надобность въ новыхъ мостахъ, проявившаяся особенно сильно послѣ примѣненія пара для движенія и сравнительно высокая стоимость желѣза дали толчекъ къ стремленію достиженія наибольшей крѣпости сооружеія при наименьшемъ расходѣ матеріала. Результатомъ этого стремленія явилась теорія мостовъ, указавшая наиболѣе цѣлесообразныя конструкціи и давшая возможность довести въ промежуткѣ нѣсколькихъ десятикъ лѣтъ мостовыя сооружеія до такого совершенства, какое чисто эмпирическимъ путемъ, едва-ли вообще когда-нибудь могло быть достигнуто.

Въ глубокой древности мосты не имѣли того важнаго значенія, какое они получили впослѣдствіи, и особенно — въ періодъ Римской имперіи. Въ исторіи имѣется, поэтому, мало свѣдѣній о первоначальной конструкціи мостовъ. Хотя эти свѣдѣнія крайне скудны, но изъ нихъ можно вывести не подлежащее сомнѣнію заключеніе, что первые мосты были исключительно балочные, способъ сооружеія которыхъ могъ быть заимствованъ инстинктомъ у самой природы.

Балка представляетъ простѣйшій способъ соединенія береговъ, раздѣленныхъ углубленіемъ; дерево, сваленное бурей случайно поперекъ рва или рѣчки, могло быть первымъ образцомъ балочнаго моста. Вслѣдствіе ея повсемѣстнаго распространенія балочная конструкція уже въ древнія времена была усовершенствована въ довольно высокой степени. О томъ свидѣтельствуютъ балки, встрѣчаемыя въ остаткахъ древнѣйшихъ персидскихъ, египетскихъ и индійскихъ храмовъ, которые нерѣдко укрѣплены подбалками и подкосами; въ нихъ попадались даже образцы балокъ съ опорами

на вѣсу, т. е. конструкція, которая только въ послѣднее время обратила на себя вниманіе мостовыхъ строителей, и которой въ мостовой практикѣ предстоить большая будущность. Она извѣстна въ Англіи и Америкѣ подъ названіемъ „cantilever“, а въ Германіи ее называютъ „Gerbers System“, потому что Герберъ впервые предложилъ ее для желѣзныхъ мостовъ. Самымъ выдающимся представителемъ этой системы является въ настоящее время гигантскій мостъ черезъ заливъ Forth, котораго пролеты превышаютъ 518 метровъ; она даетъ возможность перекрывать очень большія отверстія безъ промежуточныхъ опоръ, вслѣдствіе чего получила особенное распространеніе въ Америкѣ, богатой значительными рѣками такой глубины, что устройство промежуточныхъ опоръ соединено съ большими затрудненіями.

Заботившіеся объ удобномъ и быстромъ передвиженіи военныхъ силъ римляне построили много мостовъ въ разныхъ странахъ ихъ обширной имперіи. Въ городахъ нерѣдко украшали ихъ башнями, триумфальными арками и т. п., которые дѣлали ихъ замѣчательными сооруженіями не только въ строительномъ, но и художественномъ отношеніи.

Послѣ паденія Римской имперіи, послѣдовавшаго въ 460-хъ годахъ послѣ Р. Х., и до 10-го вѣка Европа, вслѣдствіе переселенія народовъ и постоянныхъ войнъ, покрылась мракомъ грубаго невѣжества. Искусства и науки находились почти все это время въ полномъ застоѣ, и никто не заботился объ улучшеніи путей сообщенія, а, слѣдовательно, и о постройкѣ мостовъ. Первый шагъ къ возобновленію возведенія этихъ сооружений былъ данъ Маврами, и построенный ими мостъ въ Кордовѣ черезъ Гвадалеквиваръ свидѣтельствуетъ о высокой степени развитія у нихъ строительнаго искусства. Около половины 10-го вѣка русская княгиня Ольга, заботясь о благосостояніи подвластной ей страны, построила много дорогъ и мостовъ на Руси.

Въ двѣнадцатомъ и тринадцатомъ вѣкахъ искусство постройки мостовъ находилось въ цвѣтущемъ состояніи, и многіе каменные мосты этого времени существуютъ до сихъ поръ. Распространенію мостовъ значительно содѣйствовали монахи, которые кромѣ церквей строили и мосты. Большая заслуга въ этомъ отношеніи принадлежитъ св. Бенезету, основавшему монашескій орденъ подъ названіемъ „Братья моста“ (Frères du pont). Члены послѣдняго разбрелись по всей Европѣ, и въ разныхъ странахъ ея построили много замѣчательныхъ мостовъ, большинство которыхъ существуетъ до сихъ поръ и своей прочностью и изяществомъ свидѣтельствуетъ объ опытности и вкусѣ ихъ строителей.

ДЕРЕВЯННЫЕ МОСТЫ.

Деревянные мосты.

Первые деревянные мосты состояли изъ бревень, перекинутыхъ поперекъ русла, которые иногда покрывали хворостомъ или землей. Когда сдѣлалось извѣстнымъ искусство обтески дерева, то бревна обтесывали на одинъ или на два канта для того, чтобы увеличить плоскость соприкасания настила съ балками и облегчить соединеніе отдѣльныхъ частей между собою. Мифологія рассказываетъ о Дедалѣ, родоначальникѣ Дедалидовъ, которому отдавали божескія почести, какъ художнику по обдѣлкѣ дерева и архитектору. Дедалъ считался изобрѣтателемъ топора, сверла, ватерпаса и клея, а его ученикъ Таль (Talos) изобрѣлъ кругъ, употребляемый для формовки гончарной посуды. Преданіе говоритъ, что Дедалъ, замѣтивъ необыкновенныя способности Таля, убилъ его изъ опасенія, что онъ можетъ затмить собою его славу.

Древнѣйшія достовѣрныя свѣдѣнія объ искусствѣ обработки дерева оставили Египтяне. Въ пирамидѣ Хеопса (3124—2840 до Р. Х.) былъ открытъ деревянный гробъ, украшенный изящными іероглифами, пояснявшими значеніе хранившейся въ немъ муміи. Художественная рѣзба іероглифовъ свидѣтельствуетъ о значительномъ развитіи этого искусства уже за 3000 лѣтъ до Р. Х.

Искусство рѣзбы по дереву находилось у Евреевъ въ цвѣтущемъ состояніи въ самой глубокой древности. Палатка, которую Моисей (1500 до Р. Х.) взялъ съ собою въ пустыню, имѣла 11 и 21 стойку изъ акаціи; стойки были отдѣланы въ видѣ колоннъ и снабжены внизу бронзовыми подставками, а сверху украшены рѣзбой и покрыты серебромъ. Ковчегъ, помощію котораго Ной спасъ себя и свою семью отъ потопа, былъ построенъ по правиламъ, которыя и теперь соблюдаются при изготовленіи подобныхъ сооруженій. Деревянные части въ храмѣ Соломона были дѣломъ рукъ Финикійцевъ, посланныхъ царемъ Тиръ-Гирамъ въ количествѣ десяти тысячъ человѣкъ въ Іерусалимъ. Особенно бо-

гаты и художественной рѣзбой были украшены построенныя изъ оливковаго дерева главные ворота этого замѣчательнаго храма.

Первые слѣды употребленія дерева для жилыхъ зданій находятся въ свайныхъ постройкахъ, встрѣчаемыхъ въ разныхъ озерахъ. Происхожденіе этихъ построекъ теряется въ древности; послѣднія извѣстія о нихъ принадлежать десятому вѣку до Р. Х. По Геродоту одинъ городъ въ Фракіи помѣщался въ серединѣ озера Празиасъ; онъ былъ соединенъ съ сушею только однимъ мостомъ, и тѣмъ защитилъ себя отъ нападеній персидскаго полководца Мегабиза. Въ мавзоль Бени-Хассанъ, изготовленномъ въ скалѣ около 2300 до Р. Х., вытесанный въ камнѣ потолокъ представляетъ подражаніе деревянной конструкции. Такъ-же вытесаны потолоки индійскихъ гротовъ, въ которыхъ и каменные колонны получили видъ деревянныхъ столбовъ съ подбалками вверху.

Сказочная царица Семирамида (1100—1200 до Р. Х.), кромѣ дворцовъ и крѣпостей, строила также мосты. Наиболѣе замѣчательный изъ нихъ, *мостъ черезъ Евфратъ въ Вавилонъ*, соединявшій обѣ половины города, описалъ греческій историкъ Діодоръ, по которому мостъ состоялъ изъ обтесанныхъ кедровыхъ и кипарисовыхъ балокъ, и имѣлъ настилъ изъ пальмовыхъ брусьевъ; его длина превышала 1000 футовъ, ширина равнялась 20 фт., а разстояніе между опорами достигало 12 фт. Движеніе по мосту происходило только днемъ, а на ночь настилъ въ двухъ или трехъ пролетахъ разбирался. Опоры оканчивались съ верховой стороны прямоугольнымъ отводомъ для лучшаго раздѣла теченія, а съ низовой имѣли округленное ребро; онѣ были выведены изъ обожженнаго кирпича на асфальтовомъ растворѣ, который употреблялся тогда для всѣхъ болѣе важныхъ сооружений.

По Геродоту этотъ мостъ былъ построенъ не Семирамидой, но королевой Нитокрисъ, дочерью царя Мидіи и матерью послѣдняго вавилонскаго царя Набонита, царствовавшей около 250 лѣтъ позднѣе (т. е. около 625 до Р. Х.), и опоры его были изготовлены изъ тесовыхъ камней, соединенныхъ между собою скобами, залитыми свинцомъ. Для регулированія *режима* рѣки былъ вырытъ вблизи моста огромный прудъ, въ который стекала часть высокихъ водъ во время разлива. Постройка опоръ производилась въ сухомъ пространствѣ, для чего вода рѣки была отведена въ сторону, а чтобы защитить верхнее строеніе отъ вліяній непогоды, покрыли его крышей. Такъ какъ никакихъ слѣдовъ этого моста не осталось, то и мѣсто его сооруженія не можетъ быть съ точностью установлено.

Гомеръ въ своихъ пѣсняхъ часто упоминаетъ о мостахъ, изъ

чего слѣдуетъ, что въ его время (около 820 до Р. Х.) мосты въ Греціи или, по крайней мѣрѣ, въ Малой Азіи не были рѣдкостью.

Первый деревянный мостъ, о конструкціи котораго имѣются болѣе подробныя свѣдѣнія, былъ построенъ *на рѣкѣ Тибръ въ Римѣ*, у подножія горы Авентинъ. Такъ какъ разборка существовавшаго здѣсь ранѣе деревяннаго моста, вслѣдствіе его желѣзныхъ соединеній, представляла большія затрудненія, то Анкъ Марцій, четвертый царь римскій (638—614 до Р. Х.) приказалъ выстроить новый мостъ изъ дерева при совершенномъ исключеніи желѣза. Вслѣдствіе большаго числа свай, образовавшихъ его опоры, мостъ получилъ названіе „*Pons Sublicius*“ отъ слова *publica*, т. е. свая. Около 500 г. до Р. Х. происходила вблизи его ожесточенная битва, въ которой царь Этрuscoвъ Порсена не могъ устоять передъ мужественнымъ отпоромъ Горація Кокла.

На черт. 1 представленъ видъ этого моста, заимствованный изъ сочиненія Ронделе „*Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*“; устройство его было слѣдующее: Каждая опора состояла изъ 12 свай, расположенныхъ по шести въ два ряда; сваи обоихъ рядовъ были соединены между собою попарно короткими насадками, на которыхъ лежали по двѣ поперечины, а на послѣднихъ—шесть балокъ, по одной надъ каждой насадкой. На балкахъ находились поперечныя балочки въ небольшихъ между собою разстояніяхъ, которыя поддерживали деревянный настилъ. Весьма вѣроятно, что по этому типу, который имѣетъ много сходства съ нынѣшними простыми балочными мостами, было построено много деревянныхъ мостовъ въ древнемъ Римѣ.

Древняя исторія упоминаетъ часто о мостахъ, построенныхъ даже на столь значительныхъ рѣкахъ, какъ напр. Дунай. Преслѣдуемый Скивами Дарій (521—485 до Р. Х.) былъ бы истребленъ совсѣмъ на берегахъ Дуная, еслибы греческіе князья, которымъ поручено было охраненіе моста, послушались совѣта Аѳинянина Мильтіада и разрушили его до обратнаго перехода Персовъ. Большой деревянный мостъ былъ построенъ во время пелопоннесской войны (431—404 до Р. Х.) жителями острова Эвбея при помощи Беотійцевъ. Для этого каналъ между *Chalcis* и *Aulis*, въ томъ мѣстѣ, гдѣ *Euripus* имѣетъ наиболѣе узкое сѣченіе, былъ запруженъ проведенными съ обоихъ береговъ дамбами (полузапрудами) между которыми для протока воды было оставлено отверстіе шириною 200 футовъ. Черезъ послѣднее построили мостъ и, для облегченія защиты отъ Аѳинянъ, укрѣпили его на берегахъ башнями.

Въ открытомъ въ 1892 г. гробѣ съ муміей былъ найденъ па-

пишущъ съ письмомъ гражданскаго инженера Александра къ начальнику публичныхъ работъ Клеону. Этимъ письмомъ Александръ докладывалъ, что „въ каналѣ, идущемъ отъ Техетунъ и Самары въ страну Керкизисъ, вырытомъ въ прошедшемъ году, появились поврежденія, и проситъ прислать, для приведенія его въ исправность, 200 драхмъ отъ доходовъ по соляному налогу. Вмѣстѣ съ тѣмъ проситъ выслать ему 200, а если можно, и болѣе по возможности толстыхъ и длинныхъ бревенъ, которыя ему нужны для постройки мостовъ“. Письмо снабжено помѣткой: „Годъ 21, Пайни 16“, что по нашему лѣтосчисленію означаетъ: 253 годъ до Р. Х., въ августѣ мѣсяцѣ.

Мосты строили преимущественно изъ дерева и послѣ того, какъ сдѣлалась извѣстной конструкція сводовъ. Титъ Ливій упоминаетъ объ одномъ такомъ сооруженіи въ *Бассано на р. Брента*, имѣвшемъ 5 отверстій по 12,5 метровъ. Постройка деревянныхъ мостовъ была распространена не только въ Италіи, но также въ сосѣднихъ странахъ; во времена Галловъ такіе мосты находились въ Парижѣ, Орлеанѣ, Мелунѣ, Поатье и въ разныхъ другихъ мѣстахъ.

Во время преслѣдованія германскихъ племенъ Узипетовъ и Тенхтеровъ (56 г. до Р. Х.) Юлій Цезарь перестроилъ мостъ черезъ Алльеръ, который былъ разрушенъ Галлами при его приближеніи. Онъ самъ построилъ новый *мостъ черезъ Рейнъ* и описалъ его слѣдующимъ образомъ: для образованія опоръ брали двѣ заостренныя внизу сваи толщиной $1\frac{1}{2}$ фута, длина которыхъ измѣнялась въ зависимости отъ глубины рѣки, и соединяли ихъ между собою такимъ образомъ, что разстояніе между ними равнялось 2 фут. Такую пару подводили на плоткахъ къ назначенному мѣсту, опускали ее въ воду, устанавливали въ надлежащемъ положеніи и забивали машинами, но не вертикально, а съ небольшимъ уклономъ по направленію теченія. Противъ каждой такой пары забивали въ разстояніи 40 футовъ внизъ по теченію другую такую-жъ пару, но съ противоположнымъ уклономъ, направленнымъ противъ теченія. Каждая двѣ противоположныя пары соединяли вверху брусьями толщиной 2 фута, концы которыхъ помѣщались между сваями, и были связаны съ ними болтами. На эти брусья располагали прогоны, а на послѣднихъ устраивали настилъ изъ жердей и плетней.

Для защиты опоръ отъ подмывовъ забивали съ низовой стороны короткія наклонныя сваи въ видѣ стропильныхъ ногъ, и соединяли ихъ съ главными сваями; такія-жъ добавочныя сваи были забиты и съ верховой стороны съ цѣлью образованія за-

щиты отъ бревенъ и плотовъ, которыя могли быть направлены варварами на мостъ для разрушенія его.

По данному Цезаремъ описанію Палладіо составилъ чертежъ такой опоры (черт. 2), который онъ сопровождаетъ слѣдующимъ поясненіемъ:

A — двѣ сваи толщиной $1\frac{1}{2}$ фута, заостренные внизу и вбитыя наклонно на разстояніи 2 ф. одна отъ другой,

JK — другой видъ тѣхъ же свай,

B — двѣ другія сваи на линіи теченія съ первыми, находящіяся отъ *A* на разстояніи 40 футовъ,

C — профиль одной изъ этихъ свай,

D — поперечная связь, соединяющая обѣ сваи и поддерживающая насадку *GD*,

E — профиль этой связи,

G — сваи, скрѣпляющія опору противъ напора воды,

H — защита опоры отъ плавающихъ въ водѣ бревенъ и проч.

Gauthey сомнѣвается въ подлинности этого изображенія и полагаетъ, что мостъ Цезаря не могъ имѣть такого устройства, при которомъ изломъ какой-нибудь одной части имѣлъ бы послѣдствіемъ разрушеніе всего пролета.

Ронделе съ сыномъ составили чертежъ не только опоръ, но и верхняго строенія этого моста, который можно найти въ ихъ сочиненіи. Но этотъ чертежъ заслуживаетъ еще менѣе довѣрія чѣмъ чертежъ Палладіо, такъ какъ на немъ всѣ части моста изображены чисто обтесанными, а перила—съ разными украшеніями, о которыхъ едвали думалъ римскій полководецъ, заботившійся о возможно скорой переправѣ войска черезъ рѣку, что и составляло цѣль моста, работы по постройкѣ котораго производились съ такой поспѣшностью, что онъ былъ оконченъ въ продолженіе всего 10 дней. Полагаютъ, что мостъ Цезаря былъ построенъ между Бонномъ и Андернахомъ, и имѣлъ длину 500—600 метровъ.

Въ 104 г. послѣ Р. Х. Траянъ собравшись въ походъ противъ Даковъ для покоренія короля Дацебала, построилъ деревянный мостъ съ каменными опорами *черезъ Дунай*, который описанъ историками Плиніемъ и Діонъ-Кассіемъ. Барельефъ этого сооруженія, изготовленный по чертежу его строителя Аполлодора, находится на колоннѣ Траяна въ Римѣ; чертежъ 3 представляетъ его копію. По Кассію, мостъ имѣлъ двадцать каменныхъ опоръ прямоугольнаго сѣченія, которыхъ высота равнялась 150, а толщина—60 футамъ. Этими опорами мостъ былъ раздѣленъ на 20 пролетовъ, длиной 170 футовъ въ свѣту каждый, которые были перекрыты деревянными арками. Какъ изъ черт. 3 видно, три

бруса, изогнутые по концентрическим дугамъ, были соединены между собою двойными радіальными схватками, которыми сопротивление арокъ значительно увеличилось. Пяты арокъ были укрѣплены въ двойныхъ наклонныхъ стойкахъ, скрѣпленныхъ подкосами; своими концами стойки опирались на быки, а для лучшаго укрѣпленія ихъ на мѣстѣ служила крѣпкая балка, расположенная на маурлатахъ, которая соединяла опорныя стойки неизмѣняемо между собою. Схватки и стойки обхватывали вверху горизонтальную балку, на которой лежалъ мостовой настилъ. Перила состояли изъ вертикальныхъ стоекъ, верхнихъ и нижнихъ горизонтальныхъ брусьевъ и пересекающихся діагоналей, такъ что верхняя часть имѣла видъ параллельной фермы съ вертикалями и діагоналями.

Мостъ этотъ представляетъ первый примѣръ употребленія для арокъ дерева. Его конструкція, какъ она изображена на колоннѣ Траяна, вполне правильна, за исключеніемъ тѣхъ мѣстъ, гдѣ балки опираются на наклонныя стойки. Lalanne полагаетъ, что художникъ, которому было поручено воспроизвести мостъ на колоннѣ, измѣнилъ въ этомъ мѣстѣ форму, данную строителемъ, какъ это онъ дѣлалъ съ пропорціей въ размѣрахъ дерева и кладки. Choisy думаетъ, что число радіальныхъ схватокъ было болѣе 3 и что устройство на опорахъ могло имѣть одинъ изъ видовъ представленныхъ на чертежѣ 3а слѣва или справа. Барельефъ представляетъ только верхнюю часть опоръ, и изъ него нельзя вывести заключенія объ ихъ высотѣ. Croizette-Desnoyers находитъ, что такъ какъ мостъ былъ построенъ ниже пороговъ Желѣзныхъ Воротъ на такомъ мѣстѣ, гдѣ теченіе не бурно и мѣстность на значительномъ протяженіи ровная, не было надобности давать опорамъ столь значительную высоту, какую указалъ Діонъ-Кассій ¹⁾).

Остатки тринадцати каменныхъ быковъ сохранились до сихъ поръ въ Венгріи близъ Вашеля, въ 21 километрѣ отъ Орсовы. На высотѣ 10 или 15 mtr надъ горизонтомъ низкихъ водъ на нихъ видны платформы, на которыхъ расположена кладка значительно болѣе высоты. Этотъ мостъ находился на линіи дороги, тянувшейся на значительномъ протяженіи вдоль лѣваго берега Дуная, сооруженіе которой стоило не мало труда, такъ какъ ее нужно было вытесывать въ скалистыхъ обрывахъ, образующихъ этотъ берегъ. Въ 12 километрахъ выше Орсовы найдена недавно

¹⁾ Мостъ имѣлъ надпись: „Providentia Augusti vere Pontificis virtus Romana quid non domet? subjugo ecce rapidus et Danubius“. Gauthey, приводя эту надпись, прибавляетъ: C'est ainsi que j'ai trouvé cette inscription dans un Auteur Italien. En voici la correction, suivant l'avis de Monsieur de Lisle... et il faut lire: „Quid non domat? sub jugum ecce trahitur et Danubius“.

надпись поясняющая, что дорога была открыта по распоряженію Траяна во время его перваго похода въ Дацію (103 послѣ Р. Х.) и нѣтъ сомнѣнія, что къ тому же времени относится постройка моста.

Наслѣдникъ Траяна Адріанъ разрушилъ этотъ мостъ подъ предлогомъ, что онъ можетъ облегчить нашествіе варваровъ въ Мизію, но въ дѣйствительности, какъ это утверждаютъ современники Адріана, изъ зависти къ строителю его Аполлодору изъ Дамаска, не имѣя надежды построить когда-нибудь подобное сооруженіе. Эта зависть превратилась затѣмъ въ ненависть; въ своей подозрительности Адріанъ дошелъ до того, что видѣлъ въ Аполлдорѣ опаснаго себѣ соперника, и желая отъ него избавиться, велѣлъ его казнить.

Мостъ Траяна былъ по всей вѣроятности единственнымъ мостомъ того времени, въ которомъ дерево употреблялось въ видѣ арокъ, по крайней мѣрѣ въ исторіи нѣтъ болѣе свѣдѣній о подобнаго рода мостахъ. Они появились вновь лишь въ 16-мъ столѣтіи, когда Палладіо началъ строить мосты, по конструкціи не много похожіе на мостъ Траяна.

Кромѣ моста Аполлдоръ построилъ въ Римѣ Форумъ, Одеонъ и другія монументальныя сооруженія, и оставилъ интересное сочиненіе *Poliorcetica*, посвященное имъ императору Адріану (117—138 послѣ Р. Х.). Въ немъ помѣщены деревянныя соединенія, замѣчательныя тѣмъ, что даже при большой толщинѣ и длинѣ соединяемыхъ частей употреблены только тонкіе брусья и жерди безъ всякихъ врубокъ и связей, кромѣ шпонокъ и гвоздей ¹⁾.

Второй большой мостъ на Дунай былъ построенъ въ царствованіе Константина, около 323 г., между Виддиномъ и Никополемъ. Такъ какъ онъ весь состоялъ изъ дерева, то отъ него не осталось видимаго слѣда, но въ 1672 г., во время чрезвычайно низкихъ водъ были видны нижнія части весьма толстыхъ свай. Объ этомъ мостѣ находится упоминаніе на одной изъ медалей Константина.

Паденіе Римской имперіи имѣло и въ области искусствъ весьма грустныя послѣдствія. Строительное искусство въ наступившій затѣмъ періодъ не только не подвинулось ни на шагъ впередъ, но напротивъ, значительно упало. Такъ еще въ началѣ 6-го столѣтія большинство зданій и всѣ храмы въ Парижѣ состояли только изъ земли и дерева, а построенный въ царствованіе Клодвига соборъ въ Страсбургѣ былъ сложенъ изъ пластинъ, обращенныхъ круглой

¹⁾ А. Choisy. p. 159.

поверхностью наружу; деревянные стѣны были оштукатурены глиной, а крышу покрыли соломой. Почти животная жизнь народовъ получила новое направленіе только послѣ распаденія царства Каролинговъ, вслѣдствіе чего образовались національныя государства, давшія начало новой эпохѣ, называемой *среднимъ вѣкомъ*.

Пробужденіе народовъ изъ долговѣчнаго сна привело къ новой жизни и искусство постройки мостовъ. Но для развитія его въ полной силѣ потребовалось болѣе столѣтія, и не ранѣе какъ въ 12-мъ вѣкѣ оно достигло цвѣтущаго состоянія. Дерево въ это время начинаетъ уже отступать на второй планъ, и на его мѣсто выступаетъ камень, вслѣдствіе чего описанія деревянныхъ мостовъ встрѣчаются рѣже. Конструкція послѣднихъ ничѣмъ почти не отличалась отъ описанной Цезаремъ конструкціи; это были балочные мосты на свайныхъ опорахъ, перекрытые досчатымъ или бревенчатымъ настиломъ.

Изъ лѣтописи Нестора извѣстно, что св. Ольга, послѣ покоренія Древлянъ (около 950 г.), разъѣзжала съ сыномъ Святославомъ по вѣсѣмъ своимъ владѣніямъ, и вездѣ строила мосты и перѣзды черезъ рѣки. Къ сожалѣнію русскій историкъ не оставилъ описанія устройства этихъ мостовъ; по всей вѣроятности это были простые балочные мосты, хотя не исключена возможность, что вслѣдствіе связей Ольги съ греческой имперіей въ постройкѣ ихъ участвовали и греческіе строители.

Существовавшій въ 12-мъ вѣкѣ въ *Рочестерѣ* въ Англіи деревянный мостъ имѣлъ 9 каменныхъ опоръ, расположенныхъ на разстояніяхъ 14 метровъ другъ отъ друга. Опоры поддерживали деревянные балки, на которыхъ лежалъ настилъ изъ толстыхъ досокъ. На опорѣ восточнаго берега возвышалась деревянная башня, имѣвшая цѣлю облегчить наблюденіе надъ движеніемъ варваровъ. Этотъ мостъ былъ сожженъ въ 1264 г. Симономъ Монтфортъ, графомъ Лестерскимъ (Earl of Leicester), но въ непродолжительномъ времени послѣ пожара былъ вновь отстроенъ, и впослѣдствіи замѣненъ каменнымъ сооруженіемъ.

Къ построеннымъ въ 13-мъ вѣкѣ мостамъ относятъ мостъ *Notre Dame* въ Парижѣ. Вслѣдствіе ветхаго состоянія парламентъ въ 1440 г. рѣшилъ совершенно его перестроить, но это постановленіе не было исполнено, и въ 1498 г. мостъ обвалился вмѣстѣ со вѣсми, находившимися на немъ домами. Онъ имѣлъ 17 опоръ, состоявшихъ каждая изъ 30 свай высотой 42 фута и толщиной 1 футъ, ширина его проѣзжей части содержала 18 шаговъ.

Подобные мосты, застроенные торговыми зданіями, находились въ среднемъ вѣкѣ въ разныхъ другихъ городахъ Франціи. Изо-

браженіе одного изъ нихъ—моста *Pirmil* въ *Nantes* на Лоаръ—помѣщено въ сочиненіи „*Travaux publics en France*“. Опоры ихъ были часто каменные, но зданія располагали на сваяхъ.

Конструкція деревянныхъ мостовъ была значительно усовершенствована въ 16-мъ вѣкѣ знаменитымъ итальянскимъ инженеромъ *Палладіо* (1518—1580). Нѣкоторые изъ выработанныхъ имъ типовъ имѣютъ большое сходство съ нынѣшними параллельными прямыми и арочными фермами, пояса которыхъ соединены между собою вертикалями и діагоналями такимъ образомъ, что вертикали растягиваются, а діагонали сжимаются. Конструкція фермъ *Палладіо* принадлежитъ къ шпренгельнымъ и подвѣснымъ системамъ.

Типы мостовъ *Палладіо* изображены на черт. 4—12. При малыхъ отверстіяхъ балка скрѣплялась бабкой, расположенной въ ея серединѣ, передающей дѣйствующее на нее усиліе опорамъ посредствомъ двухъ подкосовъ (черт. 4). При болѣе значительномъ отверстіи пяты подкосовъ располагались ниже балокъ (черт. 5) такимъ образомъ, что въ мѣстахъ пересѣченія балокъ съ подкосами образовались для первыхъ новыя опорныя точки, которыя вмѣстѣ съ бабкой дѣлили ихъ на 4 равныя части. Гдѣ такая конструкція была недостаточна, тамъ подкосы удваивали, какъ напр. для моста черезъ каналъ въ *Utrecht* (черт. 6).

На чер. 7 представлена та же балка, которая изображена на черт. 5, но здѣсь она скрѣплена двумя добавочными вертикалями *m, m*, со шпренгелемъ *a, b, c, d* и діагоналями *d, d*.

Ферма, чер. 8 припоминаетъ нынѣшнія желѣзныя параболическія фермы, но съ той разницей, что въ ней вертикали растягиваются, а діагонали сжимаются, между тѣмъ какъ желѣзныя фермы строятъ такимъ образомъ, чтобы вертикали сжимались, а діагонали растягивались.

Построенный *Палладіо* мостъ черезъ горный ручей *Cismone* (черт. 9) у подножья Альпъ, между городами Тренте и Бассано, имѣлъ фермы висячей конструкціи, съ двумя главными и тремя добавочными бабками, соединенными съ главными помощію діагоналей или подкосовъ. Къ каждой бабкѣ подвѣшена поперечина, толщиной 12 дюймовъ, длина которой равна ширинѣ моста; этими поперечинами отверстіе раздѣлено на шесть равныхъ частей, длиной около 17 футовъ каждое. Соединенія во всѣхъ среднихъ узлахъ скрѣплены желѣзными полосами.

Болѣе цѣлесообразно составлена ферма черт. 10, имѣющая два параллельные пояса, растягиваемые вертикали и сжимаемые діагонали. *Палладіо* говорилъ, что такого рода балки нигдѣ ранѣе

не употреблялись, хотя его увѣряли, что видѣли ихъ въ Германіи. Жившій въ 17-мъ столѣтіи знаменитый строитель мостовъ въ Франціи Blondel видѣлъ такой мостъ въ Швеціи въ г. Nerva, находящемся на Финскомъ заливѣ близъ Балтійскаго моря.

При достаточной высотѣ подъ мостомъ Палладіо строилъ шпренгельныя фермы. На черт. 11 представленъ видъ и поперечный разрѣзъ построеннаго имъ моста въ *Bassano*, у подножья Альпъ, черезъ р. Brenta въ Италіи. Длина моста = 60 метровъ, раздѣлена опорами на 5 отверстій по 12 метровъ. Каждое отверстіе имѣетъ 7 шпренгельныхъ балокъ, изъ которыхъ крайнія, поддерживающія крышу моста, взяты толще среднихъ. Чертежъ заимствованъ изъ сочиненія Gauthey, изданнаго въ 1714 г.

Деревянная арочная ферма Палладіо изображена на черт. 12. Она образована двумя концентрическими поясами, радіальными стойками и перекрещивающимися діагоналями; число панелей нечетное для того, чтобы въ вершинѣ находилась панель, соотвѣтственно ключу свода. По Палладіо, длина стоекъ должна равняться $\frac{1}{11}$ пролета. Такія фермы были проектированы для одного моста черезъ *Сену близъ Sevre*, выше *St. Cloud*, въ цѣли сокращенія пути въ Версаль.

Чертежъ 13 представляетъ мостъ *St. Vincent* на р. *Saonne* въ Лионѣ, имѣвшій 3 отверстія, изъ которыхъ среднее равнялось 30, а оба боковыя — по 24 мтр. Каждая промежуточная опора состояла изъ трехъ рядовъ свай, обшитыхъ досками, а береговыя опоры были каменные. Конструкція фермъ видна изъ чертежа; пунктирная линія показываетъ горизонтъ высокихъ водъ.

Подобную конструкцію получилъ также мостъ черезъ *Durance* близъ *St. Clement*, въ которомъ двойная шпренгельная система соединена съ двойной подвѣсной.

Для пролетовъ до 43 мтр. и на судоходныхъ рѣкахъ, гдѣ подъ мостомъ требовалась большая свободная высота, Gauthey проектировалъ пятиугольныя фермы изъ трехъ рядовъ параллельныхъ брусевъ, соединенныхъ между собою радіальными схватками (чер. 14). Вслѣдствіе неудовлетворительнаго соединенія брусевъ и отсутствія діагоналей эта система не можетъ быть признана цѣлесообразной, и въ этомъ отношеніи она значительно уступаетъ арочнымъ фермамъ Палладіо.

Инженеръ Fayolles строилъ во Франціи въ началѣ 18 столѣтія на рѣкахъ съ быстрымъ теченіемъ деревянные мосты по образцамъ, воспроизведеннымъ на чертежахъ 15 и 16. Чертежъ 15 представляетъ въ верхней части родъ стропильной фермы, а въ нижней — многоугольникъ съ достаточнымъ числомъ радіальныхъ

стоекъ и діагоналей, а черт. 16—подвѣсную балку съ подбалками и подкосами. Первого рода фермы *Fayolles* употреблялъ при пролетахъ до 42 мтр., а второго—до 20 мтр. Сложность этихъ конструкцій сравнительно съ простыми и хорошо обдуманвыми устройствами балокъ Палладіо дѣлаетъ возможнымъ предположеніе, что французскимъ инженерамъ 18-го столѣтія мало были извѣстны сочиненія знаменитаго италіянскаго строителя.

По системѣ *Fayolles* былъ построенъ мостъ въ *Lanneau* въ *Auvergne*, для котораго воспользовались сохранившимися въ цѣлости опорами древняго каменнаго моста, а также мостъ *Sault du Rhone*. Послѣдній просуществовалъ не болѣе 15 лѣтъ, и былъ тоже основанъ на древнихъ каменныхъ опорахъ; его отверстіе равнялось 33,8 мтр., а высота фермы надъ горизонтомъ воды достигала 30 мтр.

Многоугольныя деревянныя фермы, не смотря на ихъ недостатки, получили распространеніе не только въ Франціи, но и за предѣлами ея. Въ 1750 г. былъ построенъ близъ *Kingston* (около Лондона) черезъ *Темзу* мостъ, получившій 7 отверстій, съ деревянными многоугольными фермами, и кромѣ того по 2 отверстія у береговъ, величиной 4,2 и 7,5 мтр., съ каменными сводами. Средняя изъ 7 деревянныхъ арокъ имѣла отверстіе 15 мтр., а пролеты другихъ равнялись 13, 12 и 10 мтр. Многоугольныя пояса фермъ состояли изъ короткихъ деревянныхъ частей, которыхъ стыки были перекрыты схватками, продолжавшимися выше полотна для прикрѣпленія къ нимъ перилъ.

Когда при болѣе значительномъ отверстіи устройство промежуточныхъ опоръ было затруднительно, то нерѣдко устраивали выступающія къ срединѣ моста консоли, которыми длина его уменьшалась на столько, что среднія опоры дѣлались излишними. Такіе мосты встрѣчаются довольно часто въ Норвегіи, и устройство ихъ видно изъ черт. 17. Береговыя опоры образованы горизонтальными рядами бревенъ, постепенно выступающими къ срединѣ русла, а средняя часть перекрыта простыми бревнами, расположенными концами на образованныхъ первыми консоляхъ.

Подобныя конструкціи, по принципу сходныя съ нынѣшними балками Гербера или *Cantilever*, встрѣчаются и у первобытныхъ народовъ при переходѣ черезъ глубокіе овраги и рѣки. На черт. 18 представленъ построенный дикими переходъ, найденный при производствѣ изысканій Канадійской желѣзной дороги. Консоли образованы здѣсь бревнами, укрѣпленными однимъ концомъ на берегу, и подпертыми въ срединѣ вилкообразными раскохами; средняя часть подвѣшена къ этимъ консолямъ и состоитъ изъ трехъ бре-

133208

ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

вень изъ которыхъ нижее назначено для перехода, а верхній образуютъ перила.

Лейтенантъ Devis далъ изображеніе и описаніе одного моста въ *Wandipore въ Тибетъ*, построеннаго около 230 лѣтъ назадъ, о которомъ онъ говоритъ слѣдующее: „Мостъ въ Вандипоръ (черт. 19) замѣчателенъ своей легкостью и красивымъ видомъ. Его отверстіе равняется 112 футамъ; оно раздѣлено на три почти равныя части, изъ которыхъ среднее горизонтально, а боковыя наклонныя. Послѣднія образованы постепенно выступающими впередъ балками, соединенными въ поперечномъ направленіи помѣщенными между ними бревнами; концы этихъ балокъ задѣланы неподвижно въ каменныхъ стѣнахъ“.

Мосты въ *Японіи* строили прежде исключительно изъ дерева. По сообщенію англійскаго инженера Поттеръ въ одномъ городѣ Осака, считающемся центромъ японской торговли, находится около 7000 мостовъ на рѣкахъ и каналахъ, пересекающихъ городъ въ разныхъ направленіяхъ. Всѣ почти японскіе мосты построены по одному первобытному типу. Каждая опора состоитъ изъ двухъ свай, соединенныхъ вверху насадкой, на которой расположены балки изъ простыхъ бревенъ или брусевъ; на балкахъ лежатъ поперечины, а на послѣднихъ — настилъ изъ бамбука, покрытый хворостомъ и землей.

Во второй половинѣ 18-го столѣтія плотники-самоучки братья Грубенманъ изъ Теуффенъ въ кантонѣ Appenzell начали строить въ Швейцаріи деревянные мосты съ пролетами, возбуждавшими удивленіе о смѣлости и изобрѣтательности строителей. Первымъ такимъ сооруженіемъ былъ мостъ черезъ *Лимматъ въ Цюрихъ*, построенный Іоанномъ Ульрихъ Грубенманъ въ 1757 г., (черт. 20) котораго отверстіе равняется 39 метр. Онъ имѣетъ двѣ деревянныя фермы подвѣсной системы, нижній поясъ которыхъ состоитъ изъ трехъ брусевъ съ подбалками, соединенныхъ между собою зубцами и болтами, а верхній представляетъ двойную такую-жъ балку. Оба пояса связаны между собою восемью стойками и рядомъ шпренгелей, изъ которыхъ пять среднихъ имѣютъ особая распорки между двумя средними стойками, одинъ изъ боковыхъ подкосовъ упирается концами на оба пояса, а два крайнихъ подкоса доходятъ внизу только до крайней стойки. Ширина моста равняется 5,85 мтр.; какъ и большинство деревянныхъ мостовъ въ Швейцаріи онъ покрытъ крышей и съ боковъ обшитъ досками, вверху которыхъ находятся небольшія отверстія для освѣщенія пути. Перекрытые подобнымъ образомъ мосты имѣются въ Швейцаріи и въ разныхъ другихъ мѣстахъ; хотя видъ ихъ некрасивъ,

по наружная обдѣлка полезна, такъ какъ она защищаетъ сооруженіе отъ непогоды, вслѣдствіе чего отъ атмосферическихъ дѣятелей страдаютъ главнымъ образомъ крыша и обшивка, возобновленіе которыхъ несравненно легче, чѣмъ замѣна надгнившей балки.

Въ томъ же 1757 г. Іоаннъ Ульрихъ Грубенманъ окончилъ постройку моста *черезъ Рейнъ въ Шафгаузенъ*, замѣнившего существовавшій здѣсь ранѣе каменный мостъ, который вслѣдствіе подмыва опоръ обвалился въ 1754 г. Чтобы было возможно воспользоваться одной изъ уцѣлѣвшихъ въ рѣкѣ опоръ, новый мостъ получилъ два неодинаковыхъ пролета въ 52 и 59 метр.; конструкція его въ принципѣ одинакова съ предъидущимъ, но въ ней замѣтны уже нѣкоторыя усовершенствованія (черт. 21). Такъ нижній поясъ составленъ только изъ двухъ брусевъ, соединенныхъ зубцами и болтами, и не имѣетъ на опорахъ подбалокъ, но вмѣсто нихъ устроены подкосы, уменьшающіе свободное отверстіе фермы. Верхній поясъ состоитъ изъ простыхъ брусевъ, число которыхъ соотвѣтственно увеличивающимся напряженіямъ измѣняется отъ одного на концахъ до трехъ въ серединѣ. Вертикальными стойками, соединяющими оба пояса, вся длина фермъ раздѣлена на 9 и 10 равныхъ частей; число подкосовъ между поясами, расположенными въ каждой половинѣ ея, доходитъ до 7; подкосы, выходящіе отъ середины верхняго пояса, двойные. Мостъ имѣлъ въ каждомъ отверстіи двѣ одинаковыя фермы, расположенныя на разстояніи 5,5 метровъ одна отъ другой. Несмотря на большое и весьма дѣятельное движеніе по мосту, онъ въ теченіе 42 лѣтъ не требовалъ никакого почти ремонта и простоялъ бы вѣроятно еще не одинъ десятокъ лѣтъ, еслибы въ 1799 г. не былъ сожженъ французами.

Поощренный успѣхами, достигнутыми предъидущими мостами, Іоаннъ-Ульрихъ Грубенманъ совместно съ своимъ братомъ Іоанномъ Грубенманъ, построилъ въ 1778 г. *черезъ Лимматъ близъ аббатства Веттингенъ* мостъ съ отверстіемъ въ 119 метровъ, до сихъ поръ не имѣющимъ себѣ равнаго въ деревянныхъ постройкахъ. Типъ его фермъ одинаковъ съ фермами Шафгаузенскаго моста (черт. 22). Нижний поясъ составленъ изъ двойнаго бруса, получившаго небольшія утолщенія на опорахъ, а толщина верхняго увеличивается отъ концовъ къ серединѣ; два изъ помѣщенныхъ между поясами подкосовъ двойные, а остальные — одиночные. Число подкосовъ въ каждой половинѣ отверстія, раздѣленнаго стойками на 23 равныя части, равняется 10. Для увеличенія сопротивленія верхняго сжимаемаго пояса продольному изгибу устроена вверху подвѣсная стропильная конструкція, растягиваю-

шая его въ средней части, и такимъ образомъ уменьшающая сжатіе, происходящее отъ помѣщенныхъ между поясами подкосовъ. Этотъ мостъ, равно какъ мостъ въ Шафгаузенѣ, былъ покрытъ крышей и съ боковъ обшитъ досками. На чертежахъ 22a и 22b изображены его поперечные разрѣзы, а черт. 22c представляетъ часть плана, изъ котораго видно, что на крѣпкое соединеніе фермъ въ горизонтальномъ направленіи было обращено большое вниманіе; онъ былъ тоже сожженъ французами въ 1799 г.

Croizette Desnoyers заключаетъ описаніе мостовъ Грубенмана слѣдующими словами: „По всей вѣроятности въ нынѣшнее время не представится случая строить столь значительныя сооруженія изъ дерева, тѣмъ не менѣе изъ нихъ можно съ пользою заимствовать цѣлесообразныя расположенія, и вывести для нѣкоторыхъ случаевъ интересныя приложенія“.

По швейцарской системѣ Грубенмана построилъ въ 1808 г. Гроссъ въ бывшемъ комитатѣ *Туроцъ въ Галиціи* мостъ съ отверстіемъ 101 мтр. Конструкція его фермъ была заимствована у моста Веттингенъ, но толщина отдѣльныхъ частей измѣнена соотвѣтственно болѣе значительной величинѣ пролета. Мостъ былъ покрытъ деревянной крышей.

Въ 1764 г. плотникъ Іосифъ *Риттеръ* изъ Люцерна построилъ черезъ *Кандемъ* въ кантонѣ Бернѣ мостъ съ пролетомъ въ 51 мтр. Каждая изъ обѣихъ его фермъ, отстоявшихъ другъ отъ друга на разстояніи 4,7 мтр., состояла изъ сосновыхъ брусевъ толщиною 12 дюймовъ въ квадратъ, а длина ихъ достигала 11 сажень. Для уменьшенія прогиба балки были немного выгнуты въ видѣ весьма пологой арки, и укрѣплены пятью параллельными подкосами. На балкахъ, связанныхъ помѣщенными между ними діагоналями, лежали поперечины, а на послѣднихъ—настилъ.

На черт. 23 представленъ видъ моста, построеннаго Риттеромъ черезъ *Reuss въ Mellingen*, получившаго отверстіе 48 мтр. Полотно его подвѣшено къ двумъ деревяннымъ аркамъ, которыхъ пологость равняется $\frac{1}{6}$; каждая арка состоитъ изъ 6 сосновыхъ брусевъ съ сѣченіемъ 12 дюймовъ въ квадратъ, расположенныхъ одинъ на другомъ. Внизу подъ балками, поддерживающими полотно, находятся для бѣльшаго скрѣпленія ихъ арки изъ простыхъ брусевъ. Мостъ покрытъ крышей и обшитъ досками.

Въ восьмидесятихъ годахъ прошлаго столѣтія, кромѣ мостовъ Грубенмана и Риттера, обращали на себя вниманіе арочные мосты, построенные въ Тироли и Баваріи плотникомъ Кинкъ, по изобрѣтенной имъ системѣ, изъ изогнутыхъ брусевъ. Эту систему усовершенствовалъ инженеръ Фуксъ и описалъ ее въ своемъ ру-

ководствѣ для гидротехниковъ ⁴⁾. Фукеъ составлялъ фермы изъ двухъ немного изогнутыхъ брусевъ, длиной около 18 метровъ, соединенныхъ между собою на концахъ зубьями и болтами, и кромѣ того особымъ брусомъ, заполнявшимъ промежутокъ между ними въ вершинѣ.

Въ концѣ 18-го столѣтія производилъ во Франціи *Mignerou* изслѣдованія надъ сопротивленіемъ изогнутыхъ бревенъ съ укрѣпленными пятами. Для опыта онъ построилъ *вблизи Бордо* мостъ съ отверстіемъ 19,5 мтр., котораго полотно было подвѣшено къ аркамъ, изготовленнымъ изъ изогнутыхъ бревенъ такимъ образомъ, что по вертикальному направленію арка имѣла 3, а по горизонтальному—два ряда брусевъ. Вслѣдствіе недостаточной площади сѣченія арокъ вблизи пята опытъ оказался неудачнымъ, и это было причиной, что во Франціи возвратились къ аркамъ изъ обтесанныхъ брусевъ, которые соединяли обыкновенно одними болтами; пята ихъ иногда укрѣпляли на прямыхъ балкахъ, воспринимавшихъ распоръ, такъ что опоры подвергались одному только вертикальному давленію.

Въ 1802 г. былъ построенъ *черезъ Сену въ Парижѣ* мостъ съ отверстіемъ 32 мтр., котораго деревянные арки имѣли подъемъ 2 мтр. Каждая арка состояла изъ четырехъ брусевъ, тщательно соединенныхъ болтами. Мостъ при ширинѣ 9,7 мтр. имѣлъ всего 2 арки, вслѣдствіе чего не имѣлъ достаточной крѣпости для большаго движенія, поэтому тяжелыя повозки на него не пускались.

Арки моста *Tournous черезъ Саону*, построеннаго *Gauthey* въ 1801 г., состояли изъ тройныхъ брусевъ, пята которыхъ были соединены съ прямой балкой посредствомъ врубокъ и болтовъ. Мостъ имѣлъ 5 пролетовъ по 27,3 мтр.; каждый пролетъ содержалъ 6 арокъ, расположенныхъ на разстояніяхъ 6 метровъ одна отъ другой, соединенныхъ въ поперечномъ направленіи перпендикулярными и діагональными брусьями и желѣзными стяжками.

По образцу этого моста былъ построенъ въ 1811 г. въ *Chazeu на р. Аинѣ* (чер. 28) мостъ съ отверстіемъ 36,5 мтр., полотно котораго было подвѣшено къ аркамъ посредствомъ 5 деревянныхъ вертикалей, служившихъ въ тоже время стойками для перекрывавшей мостъ крыши; съ боковъ онъ былъ обшитъ досками.

По тому-же типу былъ построенъ мостъ *черезъ Саону въ Seurre*, получившій 5 арокъ, которыхъ пролетъ, при подъемѣ 3,5 мтр., равнялся 28,9 мтр. Каждая арка состояла изъ трехъ брусевъ, соединенныхъ болтами и скрѣпленныхъ подвѣсной системой.

⁴⁾ Fuchs: Practisches Handbuch für Hydrotechniker, 1791.

Построенный въ 1811 г. мостъ *черезъ Сену въ Choisy* близъ Парижа имѣлъ отверстіе 20,5 мтр.; подъемъ его деревянныхъ арокъ, расположенныхъ на разстояніяхъ 1,75 мтр. одна отъ другой, достигалъ 2,8 мтр.; толщина его каменныхъ опоръ равнялась 3 мтр.

Мостъ въ *Jury* *черезъ Сену* близъ Парижа (черт. 29) построилъ Emmery въ 1828 г. Онъ имѣлъ 5 пролетовъ величиной отъ 21,3 до 23,8 мтр.; каждое отверстіе содержало 7 арокъ изъ тройныхъ брусевъ, длиной около 4,5 мтр., стыки которыхъ были расположены въ перевязку. Въ поперечномъ направленіи арки были соединены между собою горизонтальными схватками, расположенными вверху и внизу, обхватывавшими радіальныя стойки, соединенныя вверху съ горизонтальными балками, поддерживавшими полотно. Устройство соединенія схватокъ со стойками показано на черт. 29а. Вслѣдствіе весьма старательнаго исполненія и цѣлесообразной конструкціи мостъ въ *Ivry* просуществовалъ 53 года, и только 1881 г. его верхнее строеніе замѣнили желѣзнымъ.

Такую же конструкцію получили построенные въ тоже время мосты на двухъ рукавахъ *Сены въ Grenelles*, имѣвшіе 6 отверстій по 25 мтр., но исполненіе ихъ было менѣе тщательно, вслѣдствіе чего уже послѣ 25 лѣтъ оказалась необходимой полная ихъ перестройка. Такъ какъ и новые мосты черезъ 22 года послѣ ихъ сооруженія потребовали капитальнаго ремонта, то городъ Парижъ приобрѣлъ ихъ въ свою собственность и замѣнилъ деревянную конструкцію желѣзной.

Въ 1827 г. инженеръ *Barrés du Mollard* предлагалъ строить многоугольныя балки изъ прямыхъ частей, упирающихся въ чугунныя подушки, расположенныя въ каждой вершинѣ. По этой системѣ Mollard построилъ въ 1829 г. мостъ *черезъ Marne въ Gournay* близъ Парижа, содержащій 3 пролета по 25 мтр. Подъемъ многоугольника въ серединѣ равнялся 1,7 мтр.; въ каждомъ отверстіи были помѣщены 3 фермы, высота сѣченія которыхъ равнялась у пяти 2,8 мтр., а въ вершинѣ—1 мтр. Эта система по всей вѣроятности была изобрѣтена не Молярдомъ, потому что въ Англіи Mylne употреблялъ ее при устройствѣ лѣсовъ для моста Blackfriars уже въ 1760 г. Успѣха она не имѣла, и въ Франціи продолжали строить мосты изъ изогнутыхъ брусевъ.

Такъ косой виадукъ на желѣзной дорогѣ *Paris-St. Germain*, пересекающій шоссе въ Asnières подъ угломъ 25°, состоящій изъ 5 деревянныхъ арокъ съ отверстіемъ 21,4 мтр. и пологостью $\frac{1}{10}$, былъ построенъ въ первой половинѣ тридцатыхъ годовъ. Состав-

ляющіе арку изогнутые брусья соединены между собою желѣзными полосами и радіальными схватками.

Такія же арки получилъ находящійся на той же линіи *viadукъ* черезъ шоссе въ *Chalon*, а также нѣкоторые мосты въ Парижѣ и въ другихъ странахъ Франціи.

Въ Италіи уже въ среднемъ вѣкѣ употребляли стропила, сколоченныя изъ поставленныхъ на ребро досокъ. Ліонскій архитекторъ *Филибертъ-де-Лормъ* усовершенствовалъ эту конструкцію въ 16-мъ вѣкѣ, замѣнивъ желѣзные гвозди и болты, которыми косяки соединялись между собою, деревянными ригелями и клиньями, и употреблялъ ее не только для стропиль, но также для шпренгельныхъ и подвѣсныхъ мостовыхъ фермъ. Около 1800 г. *Функъ* началъ изготовлять изъ досчатыхъ косяковъ арочныя балки, и употребилъ ихъ для одного моста въ *Минденъ въ Пруссіи* имѣвшаго 6 отверстій по 14,12 мтр. Каждая арка была составлена изъ двухъ рядовъ дубовыхъ брусевъ, расположенныхъ бѣльшимъ размѣромъ вертикально, стыки которыхъ взаимно перекрывались. Къ аркамъ были подвѣшены посредствомъ желѣзныхъ стержней поперечныя балки длиною 7,5 мтр. на которыхъ лежали прогоны. Высота поперечнаго сѣченія арокъ равнялась 18 дм., а ширина 15 дм., ихъ подъемъ достигалъ 1,6 мтр.

Деревянные арки *Функа*, хотя и обладали достаточной крѣпостью, но не пользовались сочувствіемъ строителей, и ихъ употребленіе ограничилось лишь нѣсколькими мостами въ Пруссіи. Онѣ требовали слишкомъ много дерева, и долговѣчность ихъ оказалась весьма ограниченной, вслѣдствіе чего уже въ 1809 г. онѣ были вытѣснены болѣе совершенной, хотя тоже не вполне удовлетворительной конструкціей *Вибекинга*.

Почти одновременно съ *Mignerонъ* производилъ *Вибекингъ въ Баваріи* опыты надъ способностью дерева получать изгибъ въ естественномъ состояніи безъ помощи огня и пара, и нашелъ, что брусьямъ изъ смолистаго дерева можно въ несовершенно сухомъ состояніи давать стрѣлку отъ $\frac{1}{30}$ до $\frac{1}{20}$ длины безъ замѣтнаго уменьшенія ихъ крѣпости (послѣднее число дѣйствительно для брусевъ толщиною 29 сантиметровъ, а первое — для толщины 39 см.), и что стрѣлка дубовыхъ балокъ не должна превышать $\frac{1}{36}$ длины. На основаніи этихъ результатовъ *Вибекингъ* строилъ арочныя деревянные мосты большихъ пролетовъ, въ которыхъ пологость не превышала полученныхъ опытами предѣловъ. Первый такой мостъ онъ построилъ черезъ *Inn въ Neuöttingen*, получившій 5 отверстій по 31,3 мтр.; каждое отверстіе содержало 3 арки, изготовленныя изъ изогнутыхъ брусевъ, толщиною и высотой около

12 дм., которыя были соединены между собою 5 поперечными Андреевскими крестами и желѣзными тягами; діагональные кресты находились также между поперечинами. Арки, которыхъ пологость не превышала $\frac{1}{5}$, опирались на кладку береговыхъ опоръ отчасти посредствомъ подушекъ, а отчасти—поперечныхъ брусевъ, передававшихъ получаемую ими часть распора, при помощи промежуточныхъ брусьевъ, каменной кладкѣ. Каждая промежуточная опора состояла изъ 9 свай, защищенныхъ съ верховой стороны ледорѣзами. Всѣ деревянныя части были смазаны дегтемъ.

Мостъ черезъ *Isar въ Freising* имѣлъ 2 отверстія по 46,4 мтр., изъ которыхъ каждое содержало 3 арочныхъ фермы со стрѣлками 3,6 мтр., надъ которыми были расположены еще 2 арки болѣе значительнаго радіуса. Пять главныхъ арокъ со стороны береговъ входили въ изготовленные въ каменныхъ опорахъ камеры, глубиною 4 мтр., а со стороны промежуточной опоры онѣ были расположены на соотвѣтственныхъ выступахъ послѣдней. Прочее устройство этого моста почти ничѣмъ не отличалось отъ моста въ *Neuöttingen*; въ 1809 г. онъ сдѣлался жертвой пожара, послѣ чего былъ вновь построенъ въ прежнемъ видѣ.

Мостъ черезъ *Neckar въ Штутгартъ* (черт. 26), котораго отверстіе достигаетъ 20 мтр., имѣетъ двѣ арки, составленныя изъ тройныхъ брусевъ, соединенныхъ зубами и болтами. Поддерживающія полотно балки подвѣшены къ аркамъ помощію вертикальныхъ схватокъ, а вблизи опоръ соединены съ арками непосредственно.

Мостъ въ *Feldkirch черезъ Рейнъ* (черт. 27) имѣетъ одинаковое съ предъидущимъ отверстіе. Полотно его подвѣшено къ двойнымъ аркамъ, изготовленнымъ изъ двойныхъ брусевъ, соединенныхъ зубцами и болтами; изъ такихъ же брусевъ состоятъ поддерживающія полотно балки, которыя съ арками соединены помощію трехъ вертикалей. По заведенному въ Швейцаріи обычаю онъ покрытъ крышей и обшитъ досками.

По тому же типу Вибекингъ построилъ въ 1807—1809 год. нѣсколько мостовъ въ разныхъ странахъ Германіи, которыхъ пролеты измѣнялись отъ 30 до 55 мтр. Такъ пролетъ моста черезъ *Vils въ Vilsofen* равнялся 53 мтр., черезъ *Lech въ Аусбургъ*—34,4 мтр., черезъ *Wertach въ Ettringen*—42 мтр., черезъ *Wertach въ Irrsingen*—38 мтр., и т. д. Только для моста черезъ *Alz близъ Altenmarkt* съ отверстіемъ 41 мтр., онъ употребилъ другую конструкцію арокъ, которыя составилъ изъ расположенныхъ одна на другой досокъ.

Арки моста черезъ *Regnitz въ Bamberg* (черт. 25) построеннаго

въ 1809 г. на мѣстѣ каменнаго, обвалившагося вслѣдствіе подмыва опоръ, имѣють пролетъ 71,8 мтр., и подъемъ—5,1 мтр. Мостъ образованъ тремя арками, изъ которыхъ обѣ крайнія двойныя, а средняя одиночная. Каждая арка состоитъ изъ трехъ, одинъ на другомъ расположенныхъ брусевъ, число которыхъ вблизи опоръ увеличивается до 5.; брусья соединены между собою шпонками и болтами.

Мостъ въ *Schürding* (черт. 24) имѣлъ отверстіе 58,3 мтр. и пологость $\frac{1}{11}$. Его арки состояли изъ двухъ изогнутыхъ брусевъ, соединенныхъ шпонками и хомутами; вблизи опоръ онѣ были скрѣплены четырьмя дугообразными брусьями въ родѣ подкосовъ, которые верхнимъ концомъ оканчивались на балкахъ, поддерживающихъ полотно. Всѣ эти части были крѣпко защемялены въ опорахъ, и для увеличенія ихъ долговѣчности, сильно осмолены, въ стыкахъ пропитаны горячимъ деревяннымъ масломъ и проложены свинцовыми листами.

Вибекингъ не остановился на этихъ пролетахъ и составилъ для Мюнхена проектъ арочнаго деревяннаго моста съ отверстіемъ 83 мтр.; онъ намѣревался даже построить мостъ, котораго пролетъ достигалъ 175 мтр.! Но оба эти проекта не были приведены въ исполненіе.

Въ 1836 г. былъ построенъ въ *Battenfeld* мостъ черезъ *Eder*, получившій 2 отверстія по 30 мтр. Каждая изъ его арокъ состоитъ изъ трехъ брусевъ, расположенныхъ не непосредственно одинъ на другомъ, но съ небольшими промежутками, въ которыхъ помѣщены деревянные отрубки. Арки этого моста имѣють, поэтому, нѣкоторое сходство съ арками моста въ *Ivry*, и онѣ соединены съ балками, несущими настиль, посредствомъ двойныхъ схватокъ, а пяты ихъ упираются въ дубовыя подкладки, расположенныя свободно на опорахъ. Подобную конструкцію имѣетъ мостъ черезъ *Murg* въ *Rastadt* на баденской желѣзной дорогѣ, состоящій изъ 5 отверстій по 15 мтр.

Мосты Вибекинга не оправдали возлагавшихся на нихъ ожиданій. Расположенные выше поверхности воды пяты брусевъ, подвергавшіяся всѣмъ переменамъ температуры, сырости и сухости, выдерживали недолго; соединенія отдѣльныхъ частей страдали большимъ несовершенствомъ, а употреблявшееся для арокъ свѣже срубленное дерево, ослабленное къ тому же изгибомъ, плохо сопротивлялось атмосферическимъ дѣятелямъ. Вслѣдствіе этихъ недостатковъ арки изъ изогнутыхъ брусевъ были признаны самимъ Вибекингомъ для мостовъ нецѣлесообразными, и онъ возвратился къ шпренгельнымъ и висячимъ системамъ, для которыхъ искусственнаго выгибанія не требовалось.

Чтобы увеличить сопротивление арокных брусевъ скрѣпляли ихъ иногда прямыми балками. Такъ фермы моста близъ *Ottershausen*, получившаго 3 пролета по 20 мтр., составлены изъ двухъ одинъ на другомъ расположенныхъ арокныхъ брусевъ, скрѣпленныхъ прямой балкой, составленной тоже изъ двухъ брусевъ, соединенныхъ между собою зубьями. Прямая балка воспринимаетъ распоръ арки; кромѣ того она соединена съ послѣдней 5 вертикальными схватками, образующими вмѣстѣ стойки для перилъ, и желѣзными тягами. Къ послѣднимъ подвѣшены поперечныя балочки, на которыхъ расположены прогоны съ настиломъ и торцевой мостовой. Въ каждомъ отверстіи помѣщены двѣ фермы.

Такую же конструкцію получилъ построенный Пехманомъ мостъ черезъ *Дунай близъ Пассау*, имѣющій 7 отверстій по 26 мтр.

Въ Англіи и Америкѣ строили въ началѣ деревянные арки тоже изъ изогнутыхъ брусевъ, но замѣтивъ значительное уменьшеніе крѣпости ихъ, произведенное выгибаніемъ, перешли къ толстымъ (мадрильнымъ) доскамъ.

Изображенный на черт. 30 виадукъ *Willington-Dean близъ Newcastle*, получившій семь пролетовъ величиной отъ 35 до 41 мтр., имѣлъ арки, составленные каждая изъ 15 досокъ толщиною 7,5 сантиметровъ. Въ пазухахъ давленіе полотна передавалось аркамъ посредствомъ вертикальныхъ стоекъ, оканчивавшихся на особомъ арокномъ брусѣ, дѣлившемъ высоту тимпановъ почти пополамъ, отъ котораго стойки продолжались внизъ уже по радіальному направленію. Для лучшей связи одна изъ радіальныхъ схватокъ вблизи опоръ была продолжена до самаго полотна.

По образцу этого виадука былъ составленъ инженеромъ *Morandière* проектъ деревяннаго моста черезъ *Лоару въ Montlouis* (чер. 31). Аркамъ предполагалось дать пролетъ 25 мтр. и подъемъ 4,5 мтр.; число арокъ въ каждомъ отверстіи равнялось 4 при взаимномъ разстояніи ихъ въ 2 мтр. Арки должны были состоять изъ досокъ толщиною 8 сантиметровъ, а шириной 30 и 15 см., наложенныхъ одна на другую съ перемѣнными швами; проектная высота сѣченія арокъ равнялась 1,04 мтр., а ширина—0,45 мтр. Такъ какъ сравнительный расчетъ показалъ, что каменный мостъ обойдется не дороже спроектированнаго Морандьеромъ деревяннаго, то его проектъ не былъ приведенъ въ исполненіе.

Извѣстный подъ названіемъ *Market Street-Bridge* мостъ черезъ *Schuylkill* въ Филадельфіи, (чер. 32), построенный инженеромъ *Wernwag* въ 1813 г., имѣлъ одно отверстіе въ 104 мтр. Его деревянные арки, подъемъ которыхъ равнялся 11,6 мтр., были изготовлены изъ очень толстыхъ брусевъ, и отъ нихъ выходили

радіальныя стойки, соединенныя съ ними помощію неглубокихъ врубокъ безъ шиповъ; полотно, ширина котораго равнялась 9,13 мтр., было прикрѣплено къ этимъ стойкамъ. Въ 1838 г. этотъ мостъ сдѣлался жертвой пожара.

Въ 1804 г. Wernwag построилъ черезъ *Delaware* въ *Trenton* (New-Jersey) арочный мостъ по системѣ *Burr* (черт. 33), состоявшей въ томъ, что полотно подвѣшивалось къ аркамъ, составленнымъ изъ мадрильныхъ досокъ, помощію желѣзныхъ тягъ, а для придачіи конструкціи достаточной жесткости помѣщали между аркой и поддерживающей полотно деревянной балкой, діагонали изъ твердаго дерева. Мостъ въ *Trenton* имѣлъ пять отверстій, величиной отъ 49 до 62 мтр., и онъ отличался замѣчательной крѣпостью и прочностью. Послѣ сорока лѣтъ, въ теченіе которыхъ по нему происходила дѣятельная ѣзда, онъ оказался пригоднымъ для употребленія подъ желѣзную дорогу, и для этой цѣли, укрѣпивъ соотвѣтственно нѣкоторыя части, прибавили въ 1848 г. одну новую арку, а въ 1868 г., вслѣдствіе оказавшагося необходимымъ увеличенія ширины моста, были добавлены новыя 4 арки. Въ 1874 г. деревянные арки замѣнили желѣзными, и при разборкѣ оказалось что всѣ части сохранились въ удовлетворительномъ состояніи, причиной чему была безъ сомнѣнія обшивка, защищавшая мостъ отъ вліяній непогоды.

Въ Соединенныхъ Штатахъ Америки подъ системой *Burr* понимаютъ параллельныя деревянныя фермы съ вертикалями и діагоналями, скрѣпленныя арочными брусьями. Такія фермы строили въ первой половинѣ текущаго столѣтія въ Америкѣ довольно часто и возлагали на нихъ большія надежды, которыя однако не оправдались. Вслѣдствіе неопредѣленности распредѣленія усилій между аркой и фермой, оказывалось невозможнымъ найти наиболѣе выгодные размѣры поперечныхъ сѣченій тѣхъ и другихъ эмпирическимъ путемъ, которымъ въ это время почти исключительно руководились американскіе строители, вслѣдствіе чего мосты *Burr* постепенно были замѣнены желѣзными.

Къ наиболѣе замѣчательнымъ сооруженіямъ, спроектированнымъ по системѣ *Burr* принадлежалъ построенный въ 1832—1834 году мостъ на рѣкѣ *Susquehanna* близъ *Harrisburg* (черт. 34), имѣвшій 23 отверстія по 43 мтр. Другой мостъ черезъ *Susquehanna* на желѣзной дорогѣ *Филадельфія-Балтиморъ* имѣлъ 12 отверстій по 76,25 мтр.; въ началѣ онъ былъ построенъ безъ арокъ, и послѣднія прибавили къ нему послѣ того, когда его фермы оказались недостаточно крѣпкими. Арки расположили на 8 футовъ ниже полотна. Ширина моста достигаетъ 30 фут.; по нему проходитъ желѣзная и проѣзжая дорога.

По системѣ Burr былъ построенъ также мостъ въ *Bellow-Fall* и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ, но въ настоящее время ни одинъ изъ нихъ не существуетъ въ первоначальномъ видѣ.

Американскій инженеръ *Laves* изготовлялъ арки изъ брусевъ, и соединялъ ихъ пята прямой балкой, вслѣдствіе чего онѣ не производили на опоры никакого распора. Такъ какъ арки получали постоянное поперечное сѣченіе, то ихъ опаснымъ мѣстомъ являлись пята, въ которыхъ давленіе достигаетъ максимума. Вслѣдствіе несовершенства соединенія пята съ затяжкой первая обыкновенно врѣзались въ послѣднюю, чѣмъ не мало нарушалась крѣпость конструкціи. Это неудобство при сооруженіи моста черезъ *Desplain* близъ *Joliet* (на каналѣ соединяющемъ озеро Michigan съ Illinois) устранили тѣмъ, что пята расположили немного выше затяжки, и соединили ихъ съ послѣдней посредствомъ короткихъ вертикальных стоекъ. Нѣсколько такихъ стоекъ, помѣщенныхъ между аркой и затяжкой на равныхъ между собою разстояніяхъ, расперли діагональными стержнями. Эти добавочныя конструкціи придали аркѣ видъ фермы съ криволинейнымъ верхнимъ и прямолинейнымъ нижнимъ поясомъ, и въ статическомъ отношеніи она занимала середину между фермой и аркой. Фермы моста *Desplain* имѣли въ срединѣ высоту 2,5 мтр.; поперечное сѣченіе арки содержало 30 и 25 сантиметровъ, а затяжки—15 см. въ квадратъ.

Laves строилъ также деревянные фермы, которыхъ оба пояса состояли изъ арокныхъ брусевъ, изогнутыхъ по прямо противоположнымъ направленіямъ, и были соединены между собою вертикалями и діагоналями. Деревянные фермы *Laves* продержались недолго, такъ какъ искусственное выгибаніе толстыхъ брусевъ значительно уменьшало крѣпость ихъ. Въ изогнутой балкѣ напряженія распределяются болѣе равномерно, чѣмъ въ прямой, но производимый изгибомъ вредъ, какъ опыты показали, перевѣшиваетъ приносимую имъ пользу, вслѣдствіе чего искусственно изогнутые деревянные брусья въ настоящее время въ мостовой практикѣ совсѣмъ не употребляются.

Замѣчательный деревянный мостъ построили въ 1848—9 г. инженеры *Brown* и *Adam* черезъ ущелье *Cascade-Glen* въ Америкѣ. Его отверстіе равно 84 мтр., и онъ имѣетъ 4 деревянные арки съ подъемомъ 13,4 мтр., состоящія каждая изъ двухъ концентрическихъ поясовъ, соединенныхъ радіальными стойками и перекрещивающимися діагоналями (чер. 35). Высота арокъ у пята равна 5,6 мтр., а въ вершинѣ 4,6 мтр.; пояса изготовлены изъ толстыхъ досокъ и ихъ толщина увеличивается отъ вершины къ патамъ съ 0,75 до 1,5 мтр. Въ поперечномъ направленіи арки

связаны между собою Андреевскими крестами, а полотно соединено съ ними посредствомъ вертикальныхъ стоекъ, скрѣпленныхъ продолженіями радіальныхъ стержней, и горизонтальными брусьями. Ширина пути на мосту 8 мтр., а его высота надъ горизонтомъ воды превышаетъ 53 мтр.

Мостъ *Colossus* въ Филадельфіи, котораго пролетъ достигаетъ 103 мтр., представляетъ примѣръ подражанія конструкціи каменныхъ сводовъ при употребленіи дерева. Арки построены изъ деревянныхъ клинѣвъ, взаимно упирающихся другъ на друга, между которыми помѣщены желѣзныя прокладки. Клинѣя соединены между собою болтами такимъ образомъ, что въ случаѣ порчи какого нибудь изъ нихъ его легко замѣнить новымъ.

Небольшіе мосты съ отверстіями до 6 мтр. строятъ въ Америкѣ изъ простыхъ балокъ, которыя при большомъ числѣ пролетовъ соединяють между собою деревянными накладками и болтами, а въ поперечномъ направленіи—врубленными въ нихъ балочками. На желѣзныхъ дорогахъ часто помѣщаютъ подъ каждымъ рельсомъ три рядомъ расположенные толстые брусья, между которыми находятся чугунные кружки съ острыми краями или зубьями, вѣзающимися въ дерево при стягиваніи брусѣвъ болтами. Для отверстій до 20 мтр. употребляли прежде висіяія и шпренгельныя системы; такія балки имѣють напр. мосты желѣзной дороги Philadelphia-Reading, мостъ черезъ Passaic на жел. дор. New-Jersey, и др.

Нынѣшнія усовершенствованныя конструкціи деревянныхъ фермъ вышли изъ Америки. Употреблявшіяся въ Европѣ шпренгельныя и подвѣсныя системы не могли удовлетворять Американцевъ, такъ какъ ихъ широкія и глубокія рѣжки требовали конструкцій, помощію которыхъ было бы возможно уменьшать число опоръ въ обширныхъ предѣлахъ. Арочными балками эта цѣль достигалась въ неудовлетворительной степени, а швейцарскія системы Грубенмана требовали очень толстыхъ брусѣвъ и, вѣроятно, не были извѣстны въ Америкѣ.

Первый опытъ рѣшенія задачи, состоящей въ построеніи балки, которая при возможно маломъ собственномъ вѣсѣ допускала бы большіе пролеты, былъ сдѣланъ Тауномъ, архитекторомъ въ Нью-Йоркѣ, около 1835 г. Хотя фермы Тауна оказались на практикѣ не совсемъ цѣлесообразными, но ими былъ указанъ путь къ правильному рѣшенію важнаго для богатой деревомъ страны вопроса. Онѣ имѣли видъ рѣшетки, составленной изъ досокъ, наклоненныхъ подъ угломъ около 45°, связанныхъ сверху и внизу, а

иногда и въ серединѣ, параллельными поясами изъ мадрильныхъ досокъ.

Рѣшетка представляла двойную или тройную стѣнку; составляющія ее доски соединялись съ поясами помощію коническихъ деревянныхъ нагелей такимъ образомъ, что при высыханіи дерева достаточно было только вбить глубже нагели, чтобы придать соединеніямъ требуемую жесткость; такимъ же нагелями соединялись діагонали между собою на мѣстахъ ихъ перекрещиваній. Впослѣдствіи въ поясахъ нагели замѣнили желѣзными болтами. Внизу фермы связывались между собою поперечинами, поддерживавшими полотно, и горизонтальными Андреевскими крестами, а если высота позволяла, то и вверху устраивали горизонтальныя связи.

Фермы Тауна, названныя имъ „lattice girders“ были весьма экономичны, такъ какъ для нихъ можно было употреблять дерево ограниченныхъ размѣровъ, но онѣ не обладали ни достаточной крѣпостью, ни долговѣчностью. Теперь ихъ употребляютъ только для легкихъ мостовъ, по которымъ движутся малые грузы, но вниманія система Тауна заслуживаетъ главнымъ образомъ потому, что она дала начало раскоснымъ фермамъ, изготовляемымъ теперь почти исключительно изъ желѣза, которыя при нѣскольکو значительныхъ пролетахъ вполне вытѣснили сплошныя балки.

Получившій фермы Тауна построенный въ 1837—8 г. мостъ черезъ *St. James-River* въ *Richmond* (Вирджинія) (чер. 36) имѣлъ 12 отверстій по 47 мтр. Высота его фермъ равнялась 5,12 мтр., и онѣ состояли изъ двойной рѣшетчатой стѣнки, изготовленной изъ досокъ толщиной 7,5 сантиметровъ (3 дм.) и шириной 27 см.; для поясовъ были употреблены доски такой же толщины, но на 5 сантиметровъ шире. Отверстія между діагоналями содержали по вертикальному направленію 1,4 мтр., а по горизонтальному— 1,22 мтр.; внизу фермы имѣли два пояса, изъ которыхъ нижній поддерживалъ поперечины полотна.

Построенный Робинзономъ мостъ желѣзной дороги *Philadelphia-Reading* имѣлъ 11 отверстій по 47 мтр.; его фермы шли непрерывно черезъ всѣ 10 каменныхъ опоръ. На желѣзной дорогѣ *New-York-Harlem* одинъ изъ мостовъ Тауна имѣлъ при трехъ пролетахъ длину 315 мтр. На желѣзной дорогѣ *Richmond-Petersburgh* мостъ Тауна прослужилъ 20 лѣтъ, но онъ былъ скрѣпленъ вертикальными стойками и шпренгельными балками, былъ обшитъ досками и покрытъ крышей.

Недолговѣчность фермъ Тауна затормозила ихъ распространеніе почти въ самомъ началѣ. Главной причиною этого недостатка была малая толщина составлявшихъ ихъ досокъ, которыя довольно

быстро разрушались атмосферическими дѣятелями и, кромѣ того, не имѣли достаточной жесткости для сопротивленія продольному изгибу отъ давящихъ усилій. Вслѣдствіе послѣдняго обстоятельства мостъ въ Ричмондѣ, назначенный для двухъ путей, оказался недостаточно крѣпкимъ даже для одного пути.

Въ Англіи и Германіи фермы Тауна употреблялись до половины 60-хъ годовъ; для временныхъ и легкихъ сооружений онѣ могутъ быть съ выгодой употребляемы и теперь, такъ какъ даютъ возможность составлять балки изъ малоцѣнныхъ, короткихъ деревянныхъ частей, а сборка ихъ производится легко и не требуетъ искусныхъ рабочихъ.

Одновременно съ системой Тауна и независимо отъ нея развивалась въ Сѣверной Америкѣ другая система, начало которой дано было конструкціей описаннаго выше моста Desplain. Соединеніе арочнаго бруса съ прямымъ посредствомъ вертикалей и діагоналей оказалось вполне цѣлесообразнымъ, а устраненіе непосредственнаго соединенія пятъ съ затяжкой дало возможность уменьшать кривизну бруса, не уменьшая высоту фермы. Такъ какъ эта конструкція и при большой пологости верхняго бруса оказывала весьма значительное сопротивленіе, то былъ сдѣланъ опытъ замѣнить его прямымъ. Такимъ образомъ арочная система преобразовалась въ параллельную ферму съ діагоналями и вертикалями; получилась конструкція, которую употреблялъ уже Палладіо, но которую тогда оцѣнить не умѣли, вслѣдствіе чего въ продолженіе трехъ столѣтій она совсѣмъ была забыта. Кто былъ новымъ изобрѣтателемъ параллельныхъ фермъ, осталось неизвѣстнымъ; въ Америкѣ онѣ были извѣстны уже въ началѣ тридцатыхъ, или второй половины двадцатыхъ годовъ. Такъ уже мостъ черезъ *Потомакъ близъ Вашингтона* былъ образованъ параллельными фермами, пролетъ которыхъ достигалъ 37 мтр., а высота 6,8 мтр. Какъ верхній такъ и нижній поясъ состоялъ изъ трехъ, рядомъ расположенныхъ брусьевъ съ сѣченіемъ 6 дм. въ квадратъ; между этими брусьями проходили двойныя вертикали на разстояніяхъ 10 футовъ другъ отъ друга, которыхъ толщина содержала 10 дм., а поперечная высота 6 дм. Діагонали проходили между вертикалями; кромѣ того фермы были скрѣплены большимъ числомъ подкосовъ, а также поперечными и горизонтальными связями.

Въ 1839 г. *Лонгъ* взялъ патентъ на систему деревянныхъ фермъ, которая только въ деталяхъ отличалась отъ фермъ моста *Потомакъ*, и состояла изъ двухъ параллельныхъ поясовъ, соединенныхъ вертикалями и перекрещивающимися діагоналями (чер. 37). Вблизи опоръ фермы скрѣплялись подкосами; а въ серединѣ — на-

клонными брусьями въ видѣ стропильныхъ ногъ, сходящимися на продолженіи средней вертикали. Всѣ части фермъ изготовлялись изъ толстыхъ брусевъ и соединялись между собою деревянными нагелями или болтами.

Фермы Лонга имѣли передъ фермами Тауна преимущество болѣе жесткости и болѣе значительнаго сопротивленія вліяніямъ атмосферы, но ихъ долговѣчность была тоже небольшая, вслѣдствіе чего изъ дерева строить ихъ теперь и въ Америкѣ только для второстепенныхъ сооружений. Лонгъ называлъ построенные по его системѣ мосты „*suspension bridges*“; въ сороковыхъ годахъ ихъ употребляли не рѣдко и на желѣзныхъ дорогахъ, какъ напр. на *Georgia and Western atlantic Railroad* и др.

Впослѣдствіи, когда фермы Лонга оказались для желѣзнодорожныхъ мостовъ недостаточно прочными, ихъ скрѣпляли деревянными арками, расположенными пятами на опорахъ. Построенный Лонгомъ мостъ черезъ *Mill-creek близъ Cincinnati* получилъ 9 пролетовъ по 59,5 мтр. Кромѣ боковыхъ фермъ была расположена еще третья по оси моста; ихъ верхніе пояса состояли изъ одиночныхъ, а нижніе изъ двойныхъ брусевъ; внутренніе раскосы образовали одинъ рядъ вертикалей и діагоналей, вставленныхъ въ верхній поясъ шипами, а нижніе концы ихъ проходили между брусьями нижняго пояса и были соединены съ ними простыми нагелями. Каждая ферма была скрѣплена двумя двойными арками, немного врѣзавшимися въ вертикали и діагонали.

Подобную конструкторію получилъ мостъ черезъ *Wateree* на Камденской вѣтви желѣзной дороги *South-Carolina*, построенный въ 1846 г. Соединеніе фермъ съ арками было здѣсь измѣнено такимъ образомъ, что раскосы не получили никакихъ вырѣзокъ, и были соединены съ аркой только болтами.

Въ фермахъ построеннаго по той же системѣ моста черезъ *Connecticut близъ Bellow-Falls*, котораго отверстіе достигало 24 мтр., были впервые введены контрдіагонали. Такъ какъ послѣднія находились въ одной плоскости съ главными діагоналями, то онѣ состояли изъ двухъ частей, имѣвшихъ на концахъ шипы. Для соединенія фермы съ арками вертикали получили съ обѣихъ сторонъ вырѣзки, черезъ которыя были пропущены поперечные бруски упиравшіеся на примыкавшіе къ фермамъ арочные брусья.

Расположеніе пятъ на опорахъ, образованныхъ часто связями, не имѣвшихъ обыкновенно достаточной жесткости для сопротивленія одностороннему распору, составляло самое слабое мѣсто этой системы, которое *Thayer* устранилъ такимъ образомъ, что по примѣру *Burr'a* соединилъ концы арокъ съ прямолинейнымъ

нижнимъ поясомъ. Каждый поясъ фермъ Thayer'a состоялъ изъ четырехъ брусевъ, между которыми проходили вертикали и діагонали ихъ двойной стѣнки; между этими стѣнками помѣщались арки составленныя изъ четырехъ одинъ на другомъ расположенныхъ брусевъ, упиравшіеся пятами на нижній поясъ. Арки были связаны съ фермой посредствомъ радіальныхъ желѣзныхъ тягъ и контрдіагоналей, соединявшихъ узлы поясовъ съ арочными брусьями.

Brown при построенныхъ имъ мостахъ употребилъ немного отличную отъ предыдущей конструкцію, такъ какъ онъ не только арки, но и пояса помѣстилъ между двумя рядами вертикальныхъ и наклонныхъ раскосовъ и соединилъ арки съ поясами одними контрдіагоналями, упиравшимися на арки и на верхніе и нижніе узлы фермы. Контрдіагонали были расположены по діагонали тѣхъ обѣихъ трапецій, на которыя каждая панель разбивалась аркой.

Между тѣмъ какъ система Thayer'a представляла только соединеніе фермъ съ аркой, отличавшееся отъ прежнихъ подобныхъ конструкцій тѣмъ, что арки не распирали опоръ, въ системѣ Брауна арка, хорда и нижнія діагонали составляли главные части фермъ, скрѣпленныхъ боковыми рѣшетками. Вслѣдствіе такого устройства система Брауна оказалась на практикѣ болѣе цѣлесообразной, чѣмъ система Thayer'a. Образовавшіе арку изогнутые брусья соединялись между собою шпонками и болтами, а пяты получали чугунныя подушки. Въ настоящее время всѣ эти системы съ арочными брусьями болѣе не употребляются.

Въ Америкѣ дѣлали также опыты укрѣпленія фермъ Тауна посредствомъ подвѣсныхъ и шпренгельныхъ конструкцій, которыя помѣщали обыкновенно внутри между фермами, и даже арками и подвѣсными балками одновременно, какъ напр. на желѣзной дорогѣ *Utica-Syracus*. Какъ эти, такъ и другія комбинаціи различныхъ системъ, какъ это можно было предвидѣть, дали отрицательные результаты.

Деревянные фермы рѣдко выдерживали болѣе 15 лѣтъ, несмотря на то, что для защиты отъ непогоды ихъ часто покрывали крышей. Наиболѣе слабыми мѣстами являлись соединенія растягиваемыхъ частей, вслѣдствіе чего *Pratt* пробовалъ замѣнить контрдіагонали желѣзными стержнями, которые могли сопротивляться не только давящимъ но и растягивающимъ усиліямъ. Практическаго успѣха фермы Пратта не имѣли, потому что онѣ тоже имѣли, составлявшія главный недостатокъ фермъ Лонга, растягиваемыя вертикали. Только уничтоженіе послѣднихъ могло увеличить дол-

говѣчность деревянныхъ фермъ и устранить препятствіе, мѣшавшее распространенію ихъ на желѣзныхъ дорогахъ. Этимъ объясняется тотъ большой успѣхъ, какого достигнулъ Гау (*Howe*) патентованной имъ въ первой половинѣ сороковыхъ годовъ новой системой деревянныхъ фермъ, въ которыхъ деревянные раскосы работали однимъ только сжатіемъ. Гау замѣнилъ въ фермахъ Лонга деревянные вертикали желѣзными тягами, получавшими искусственное натяженіе такого рода, что при максимальной нагрузкѣ напряженіе контрдіагоналей равнялось нулю, послѣднія поэтому никогда не подвергались растяженію. Пояса Гау составлялъ изъ трехъ горизонтальныхъ брусевъ, расположенныхъ рядомъ одинъ возлѣ другого съ небольшими промежутками; между ними проходили вертикали изъ круглаго желѣза, стянутыя сверху и внизу гайками. Главныя діагонали, какъ и въ послѣднихъ фермахъ Лонга, были двойныя, а другія—одиночныя; онѣ упирались ровно срѣзанными концами въ подкладки изъ твердаго дерева безъ всякаго съ ними соединенія. Видъ фермъ Гау представленъ на черт. 38.

Однимъ изъ первыхъ мостовъ, построенныхъ по системѣ Гау, былъ мостъ *черезъ Chikapoë* на желѣзной дорогѣ *Connecticut*; его отверстіе достигало 53 мтр., а ширина—5,5 мтр. Построенный въ тоже время мостъ *черезъ Connecticut близъ Springfield* получилъ 7 пролетовъ по 55 мтр., а мостъ близъ *Rock-Island*, *черезъ* одинъ изъ рукавовъ *Missisipi* имѣлъ 3 пролета по 46 мтр.

Въ Америкѣ при пролетахъ, не превышающихъ 46 мтр., система Гау употребляется довольно часто и въ настоящее время. Въ Россіи она была прежде весьма распространена на желѣзныхъ дорогахъ, и занимаетъ на нихъ и теперь видное мѣсто въ столь слабо населенныхъ странахъ, какъ Закаспійскій край и Сибирь. Однимъ изъ самыхъ большихъ мостовъ, построенныхъ по системѣ Гау въ Европейской Россіи, былъ прежній мостъ *черезъ р. Мста* на Николаевской желѣзной дорогѣ, который имѣлъ 9 пролетовъ по 61 мтр. Высота его фермъ равнялась 64 мтр.; ихъ нижніе пояса возвышались надъ горизонтомъ воды болѣе чѣмъ на 30 мтр. Въ 1869 г. этотъ мостъ былъ уничтоженъ пожаромъ, послѣ чего его вновь выстроили въ прежнемъ видѣ, а въ новѣйшее время, какъ и всѣ другіе деревянные мосты этой дороги, замѣнили желѣзнымъ.

Мостъ въ *Wittenberg* имѣлъ 14 пролетовъ величиной отъ 40 до 54 мтр.; отверстіе построеннаго въ 1852 г. моста близъ *Walthofen*, возвышающагося на 25 мтр. надъ горизонтомъ рѣки, равняется 53 мтр., а изображеннаго на чер. 39 моста *Поанекъ че-*

резь *Savy* на Южной желѣзной дорогѣ въ Австріи, превышало 47 мтр. Въ большинствѣ случаевъ мосты системы Гау были перекрыты крышей.

Во Франціи мосты Гау получили весьма ограниченное распространѣніе; ихъ единственными представителями въ этой странѣ были: мостъ черезъ *Марн-Рейнскій каналъ* близъ *Chalons*, фермы котораго проходили непрерывно черезъ все 3 пролета, и мостъ въ *Bandon* съ отверстіемъ 60 мтр.

Въ Америкѣ, при большихъ пролетахъ, скрѣпляютъ иногда фермы Гау деревянными арками и въ такомъ видѣ называютъ ихъ „улучшенными фермами Гау“. Каждую ферму помещаютъ обыкновенно между двумя арками, пяты которыхъ располагаютъ на опорахъ. Такія фермы имѣетъ напр. мостъ черезъ *Миссисипи* близъ *Davenport* въ штатѣ *Iowa* получившій пять пролетовъ по 76 мтр. Пяты скрѣпляющихъ арокъ вставлены на конечныхъ опорахъ въ чугунныя подушки, а на промежуточныхъ онѣ снабжены наконечниками, расположенными на регулирующихъ клиньяхъ.

Mc. Callum образуетъ верхній поясъ фермъ Гау въ видѣ весьма пологой арки, составленной изъ изогнутыхъ брусевъ (чер 40). Распоръ этой арки онъ передаетъ опорамъ посредствомъ подкосовъ, къ которымъ подвѣшиваетъ прямолинейный нижній поясъ помощью болтовъ. Рѣшетчатая стѣнка состоитъ изъ двойныхъ стоекъ, двойныхъ главныхъ діагоналей и одиночныхъ контрдіагоналей; нижніе концы послѣднихъ входятъ въ прикрѣпленные къ стойкамъ желѣзные хомуты, дающіе возможность регулировать ихъ длину.

При сборкѣ фермъ пояса соединяютъ сначала только вертикалями и главными діагоналями, затѣмъ нагружаютъ ихъ максимальнымъ грузомъ, по наступленіи равновѣсія вставляютъ контрдіагонали и натягиваютъ ихъ хомутами. Въ ненагруженномъ состояніи все діагонали сжаты, а при поступленіи груза на мостъ напряженія въ главныхъ діагоналяхъ увеличиваются, а въ контрдіагоналяхъ уменьшаются и достигаютъ предѣла равнаго нулю при наиболѣе невыгодной нагрузкѣ. Въ этомъ отношеніи фермы *Callum* находятся, поэтому, въ одинаковыхъ условіяхъ съ фермами Гау. Въ Америкѣ онѣ употребляются довольно часто и въ настоящее время, и носятъ названіе „inflexible arched trusses“.

На проѣзжихъ дорогахъ, гдѣ движущіеся по мостамъ грузы небольшіе, нѣтъ вообще надобности въ контрдіагоналяхъ, устраиваемыхъ главнымъ образомъ съ цѣлью увеличенія жесткости фермы. На чер. 41 (табл. VI) представлена ферма *Whipple*, рекомендованная имъ для мостовъ проѣзжихъ дорогъ. *Whipple* употреблялъ эти фермы при пролетахъ до 25 мтр.

На обыкновенныхъ дорогахъ въ Америкѣ встрѣчаются нерѣдко фермы безъ вертикалей, которыхъ всѣ части изготовлены изъ дерева. Видъ такихъ фермъ изображенъ на черт. 42 (таб. VI); ихъ пролеты достигаютъ 30 мтр.

Черезъ длинныя глубокія долины строить въ Сѣверной Америкѣ часто деревянныя виадуки, которые въ этой лѣсами изобилующей странѣ обходятся обыкновенно дешевле земляного тѣла. Но такъ какъ содержаніе этихъ виадуковъ въ исправности требуетъ большихъ расходовъ, то они имѣютъ большей частью только временное значеніе, и въ послѣдствіи ихъ замѣняютъ земляными насыпями. Высота ихъ бываетъ нерѣдко весьма значительная, а чтобы опоры, изготавливаемые тоже изъ дерева, имѣли при возможно простой конструкціи достаточную устойчивость, употребляютъ весьма малые пролеты, рѣдко превышающіе 8 метровъ. Вслѣдствіе большого количества продольныхъ и поперечныхъ связей, которыми укрѣпляютъ опоры на разныхъ высотахъ, эти сооруженія требуютъ огромнаго количества дерева, и съ нѣкотораго разстоянія производятъ впечатлѣніе сплошной деревянной дамбы. Въ Америкѣ ихъ называютъ „Trestle Works“, отъ слова „trestle“, т. е. лѣса, и они возможны только въ такой странѣ какъ Сѣверная Америка, гдѣ огромныя пространства покрыты дѣвственными лѣсами.

Лучшимъ сооруженіемъ этого рода былъ построенный въ 1852 г. Portage-Viaduct на желѣзной дорогѣ Erie (чер. 43). Вся длина его превышала 260 мтр., а высота надъ горизонтомъ воды достигала 69 мтр. Разстояніе опоръ отъ оси до оси равнялось 15, 25 мтр; ихъ нижняя часть до высоты 9 мтр. состояла изъ кладки, а верхняя деревянная была раздѣлена горизонтальными связями, образованными прогонами и Андреевскими крестами, на пять этажей. Этотъ виадукъ былъ уничтоженъ 6-го мая 1875 г. пожаромъ, а 31 Іюля того же года на его мѣстѣ находился уже готовый желѣзный мостъ.

St. Germans-Viaduct на желѣзной дорогѣ *Cornish-Railroad* имѣетъ 7 отверстій по 20,1 мтр. и 2 отверстія по 14,7 мет.; высота его опоръ, считая отъ наивысшаго горизонта воды, достигаетъ 23 мтр. Каждая опорная стойка состоитъ изъ четырехъ брусевъ съ переменными стыками, установленныхъ съ уклономъ $\frac{1}{15}$; деревянныя горизонтальныя связи расположены на разстояніяхъ 4,3 мтр. по вертикальному направленію.

На чер. 44 представлена часть виадука въ *Philadelfia-Reading*, имѣющаго опоры на разстояніяхъ 6,1 мтр., основанныя на каменной кладкѣ, только немного выступающей надъ поверхностью

земли. Конструкція опоръ указана на чер. 44а, изъ котораго видно, что связывающіе ихъ Андреевскіе кресты устроены не только въ поперечномъ, но и въ продольномъ направленіи.

Віадукъ *Louisville-Cincinnati* и *Lexington* (чер. 45) имѣтъ отверстія по 7,6 мтр. и довольно значительную высоту. Его балки, равно какъ и въ предыдущемъ віадукѣ, скрѣплены шпренгелями, а опоры какъ въ поперечномъ такъ и продольномъ направленіи связаны только горизонтальными схватками безъ Андреевскихъ крестовъ.

Разстояніе опоръ віадукъ *Central-Pacific* (чер. 46) равняется 4,9 мтр.; ихъ крайнія стойки имѣютъ уклонъ $\frac{1}{3}$, а среднія—вертикальны. Въ поперечномъ направленіи стойки соединены горизонтальными схватками, дѣлящими опоры на части высотой около 4 мтр., и Андреевскими крестами. По продольному направленію опоры даже въ средней наиболѣе высокой части связаны одними прогонами безъ діагоналей.

Віадукъ въ *Landorre* имѣтъ 31 отверстіе величиною отъ 13 до 20 мтр., а высота его достигаетъ 27 мтр. Высота опоръ віадукъ *Moorswater* превышаетъ 35 мтр.

Въ Европѣ большіе деревянные віадукі строили часто по системѣ Гау, принципъ которой былъ соблюденъ и при устройствѣ высокихъ опоръ. На черт. 47 представлена часть віадукъ *Южной желѣзной дороги въ Австріи*, высота опоръ котораго достигала 60 мтр. По вертикальному направленію опоры были раздѣлены на этажи высотой около 4 мтр.; каждый этажъ былъ стянутъ горизонтальными тягами, имѣвшими подобную цѣль, какъ вертикали въ горизонтальныхъ фермахъ. Эта конструкція оказалась на практикѣ вполне цѣлесообразной.

Много сходства съ „*Trestle-Works*“ имѣютъ такъ называемые „свайные мосты“, построенные на болотистыхъ берегахъ большихъ озеръ Америки и на затопляемыхъ низовьяхъ устья рѣки Миссисипи, опоры которыхъ, расположенныя на довольно близкихъ между собою разстояніяхъ, устроены на сваяхъ, забитыхъ иногда до очень большой глубины. Такъ на линіи *Madison* Сѣверо-западной желѣзной дороги, въ штатѣ *Wisconsin*, идущей изъ Чикаго, глубина свай достигаетъ 35 мтр.; разстояніе опоръ=4,6 мтр. Сваи наращиваютъ помощію шпонокъ и накладокъ. Въ другомъ подобномъ случаѣ всѣ сваи забивали до глубины 36,5 мтр.; вся длина сооруженія превышала 2200 мтр., и оно потребовало 2600 свай. При постройкѣ опоръ для свайнаго моста *Catfish Creek* было замѣчено интересное явленіе, что сваи, которыя весьма легко опускались, послѣ нѣсколькихъ дней вслѣдствіе осадки почвы приобрѣли весьма прочное положеніе.

Деревянные мосты пользуются въ Америкѣ и въ настоящее время весьма большимъ распространениемъ. Въ 1890 г. Соединенные Штаты имѣли 4240 километровъ желѣзнодорожныхъ деревянныхъ мостовъ, изъ нихъ самая большая часть—3850 километровъ—были простые балочные съ отверстіями ниже 6 мтр. Величина отверстій остальныхъ 390 километровъ измѣняется отъ 6 до 60 мтр. при чемъ:

съ отверстіями отъ 6 до 15 метр. было 56 километр.

15 — 30	”	”	103	”
30 — 45	”	”	156	”
выше 45	”	”	75	”

25 процентовъ существующихъ деревянныхъ мостовъ должны быть замѣнены въ ближайшемъ будущемъ насыпями, а около 40 процентовъ—желѣзными мостами.

Въ восточныхъ штатахъ новые мосты на желѣзныхъ дорогахъ строить почти исключительно изъ желѣза, и потому количество деревянныхъ мостовъ уменьшается здѣсь съ каждымъ годомъ. Такъ въ концѣ 1893 г. въ штатѣ Massachusetts было всего 536 деревянныхъ мостовъ, между тѣмъ какъ число желѣзныхъ превышало 950; но въ слабо населенныхъ западныхъ странахъ при пролетахъ до 45 мтр. предпочитаютъ и теперь еще дерево.

На проѣзжихъ дорогахъ деревянные мосты въ Америкѣ еще болѣе распространены чѣмъ на желѣзныхъ, и полотно ихъ въ большинствѣ случаевъ образовано двойнымъ деревяннымъ настиломъ, при чемъ доски верхняго настила располагаютъ всегда по поперечному направленію. При ѣздѣ по низу деревянные мосты часто покрыты крышей.

Вслѣдствіе небольшой долговѣчности дерево является не вполне пригоднымъ матеріаломъ для мостовъ не только на желѣзныхъ дорогахъ, но и на такихъ проѣзжихъ, которыя вслѣдствіе большого по нимъ движенія имѣютъ важное значеніе для пересѣкаемой ими страны. Опытъ показалъ, что непокрытые деревянные мосты рѣдко выдерживаютъ болѣе 8—9 лѣтъ, и только мосты, защищенные крышей и обшивкой, существовали въ два, и въ три раза дольше. Тѣмъ не менѣе въ странахъ богатыхъ деревомъ, къ которымъ принадлежитъ большая часть Россіи и Америки, деревянные мосты еще долгое время будутъ имѣть большое значеніе какъ вслѣдствіе ихъ дешевизны, такъ и быстроты, съ которой исполняется ихъ постройка.

При сооруженіи желѣзной дороги не рѣдко требуется, чтобы постройка ея обошлась какъ можно дешевле, и чтобы она была

исполнена въ извѣстный обыкновенно весьма непродолжительный срокъ. Въ такихъ случаяхъ деревянные сооруженія ничѣмъ не замѣнимы, и иногда большое предпріятіе безъ нихъ вовсе не увидѣло бы свѣта. Но между тѣмъ какъ на главныхъ дорогахъ деревянные мосты являются средствомъ временнымъ и вполнѣ замѣняются долговѣчными каменными или желѣзными сооружениями, на второстепенныхъ дорогахъ они и въ будущемъ будутъ занимать то же важное мѣсто, какое занимали до сихъ поръ.

Въ виду особой важности деревянныхъ мостовъ для Россіи мнѣ казалось полезнымъ остановиться, насколько это въ историческомъ очеркѣ возможно, болѣе подробно, надъ ихъ прежними и нынѣшними конструкціями. Особенно поучительными являются изобрѣтенныя Американцами, но въ принципѣ намѣченныя уже знаменитымъ Палладіо, конструкціи деревянныхъ фермъ, которыя при умѣломъ приложеніи ихъ на практикѣ могутъ принести во многихъ случаяхъ немалую пользу, хотя и отличныя отъ нихъ системы, выработанныя въ разныхъ странахъ Европы, какъ подвѣсныя, и шпренгельныя и т. п. заслуживаютъ тоже серьезнаго вниманія. Только инженеръ, изучившій эти разныя конструкціи, ихъ свойства, а также опредѣленные опытомъ преимущества и недостатки, будетъ въ состояніи выбрать для всякаго предстоящаго ему случая наиболѣе цѣлесообразную систему.

Понтонные мосты.

Древніе строители мостовъ встрѣчали большія затрудненія при сооруженіи опоръ въ глубокой водѣ. Осушеніемъ мѣста постройки посредствомъ перемычекъ, употребленнымъ уже Семирамидой при сооруженіи моста черезъ Евфратъ въ Вавилонѣ, и погруженіемъ непроницаемыхъ ящиковъ, которыми пользовались часто Римляне, истощались всѣ средства, дѣлавшія возможнымъ производство кладки въ водѣ. Огромныя трудности, а часто и прямая невозможность употребленія этихъ способовъ, дѣлали постройку опоръ въ глубокихъ рѣкахъ задачей невыполнимой, и въ такихъ случаяхъ единственнымъ средствомъ для переправы черезъ нихъ служили лодки и плоты. При большомъ движеніи для облегченія перехода натягивали поперекъ рѣки веревки или канаты, которыми направлялось движеніе перевозныхъ средствъ, но для скорого перевоза большого числа людей плоты и лодки оказывались не вполнѣ пригодными, вслѣдствіе чего направляющій канатъ получилъ другое назначеніе. Поперекъ рѣки разставляли на небольшихъ между собою разстояніяхъ плавающіе предметы, какъ-то: бочки, надутые кожаные мѣха, пузыри, а также плоты или лодки, которыя при-

крѣпили къ этому канату и перекидывали черезъ нихъ бревна или брусья. Такимъ образомъ получался мостъ, поддерживаемый плавающими опорами. Впослѣдствіи для этой цѣли стали устраивать особые плавающие ящики, которые укрѣпляли на выбранномъ мѣстѣ посредствомъ погруженныхъ въ водѣ тяжелыхъ камней или якорей и привязывали ихъ къ протянутому поперекъ рѣки канату. Эти ящики называли *понтонами*, а построенный на нихъ мостъ—*понтоннымъ мостомъ*.

Наиболѣе древнія свѣдѣнія о понтонныхъ мостахъ оставили персидскіе лѣтописцы, по которымъ царь Киръ (около 538 г. до Р. Х.) строилъ понтонные мосты на наполненныхъ воздухомъ мѣхахъ изъ толстой кожи. Изъ исторіи неизвѣстно, кто былъ первымъ изобрѣтателемъ этого рода мостовъ, но имѣются несомнѣнные данныя, что они были извѣстны гораздо раньше Кира.

Преемникъ Кира Дарій, отправляясь на войну противъ Скифовъ, перевелъ въ 513 г. до Р. Х. по понтоннымъ мостамъ 700.000 человекъ войска черезъ Босфоръ и Дунай. Описывающій этотъ переходъ лѣтописецъ ничего не говоритъ объ устройствѣ понтонновъ Дарія, строителемъ которыхъ онъ называетъ Мандроклія изъ острова Самось.

Не лишеной куріоза была переправа персидскаго царя Ксеркеса черезъ Геллеспонтъ въ Херсонезъ, въ 481 г. до Р. Х. Для этой цѣли онъ велѣлъ построить въ мѣстности между *Sestos* и *Madytus* мостъ на лодкахъ, длиной около 1 версты. Но когда постройка его окончилась, на морѣ поднялась сильная буря, которая совершенно уничтожила съ большимъ трудомъ исполненное сооруженіе. Это привело Ксеркеса въ бѣшеный гнѣвъ, который онъ излилъ на непокорное море и сговорившихся съ нимъ, по его мнѣнію, строителей; послѣднимъ онъ велѣлъ отрубить головы, а для обузданія моря приказалъ дать ему 300 палочныхъ ударовъ и погрузить въ разныхъ мѣстахъ его значительное число кандаловъ. Эта строгость подѣйствовала; связанное кандалами море не осмѣлилось болѣе сопротивляться, и Ксеркесу удалось совершить задуманную имъ переправу.

Для этого онъ построилъ новый мостъ на двойной линіи лодокъ, число которыхъ со стороны Эвксина равнялось 360, а со стороны Геллеспонта—313. Лодки первой линіи были установлены поперекъ теченія, а второй—для уменьшенія напора на соединившій ихъ канатъ—по направленію теченія. Канаты изготовляли изъ льна и папируса такимъ образомъ, что два льняныхъ каната скручивали съ четырьмя изъ папируса одинаковой толщины. Канаты шли отъ одного берега къ другому, и ихъ крѣпко натяги-

вали шпильями. Одинъ локоть каната вѣсилъ 1 талантъ; лодки какъ съ верховой, такъ и низовой стороны были кромѣ того укрѣплены якорями, но три отверстія могли быть открываемы для пропуска легкихъ судовъ. Поверхъ канатовъ были настланы доски, а чтобы видъ моря не пугалъ лошадей, устроили по обѣимъ сторонамъ высокіе плетни.

По приказанію сумасброднаго Калигулы (37—41 по Р. Х.) праздновавшаго побѣды надъ Германцами и Бритами, противъ которыхъ онъ лишь для вида предпринималъ походы, но которыхъ даже и не видалъ въ лицо, былъ построенъ для придуманнаго имъ (воображаемаго) триумфальнаго шествія, черезъ заливъ Ваја близъ Ваулі мостъ на плавающихъ судахъ длиной $3\frac{1}{2}$ римскихъ миль. Проѣзжая часть его была покрыта землянымъ слоемъ по образцу верхняго строенія ашійскихъ дорогъ и въ нѣсколькихъ мѣстахъ на немъ находились гостиницы.

Возвращаясь изъ Персіи въ 400 г. до Р. Х. Греки, перешли черезъ Тигръ по построенному ими понтонному мосту, который поддерживался лодками, прикрѣпленными къ натянутому поперекъ рѣки канату. Александръ Великій, отправляясь на войну, бралъ съ собою всегда достаточное число разборчатыхъ лодокъ, имѣвшихъ такое устройство, что ихъ легко было собрать и построить на нихъ пловучій мостъ. Одинъ такой мостъ былъ сожженъ въ 327 г. до Р. Х., непріателемъ; тогда для переправы черезъ Оксусъ Александръ воспользовался кожаными палатками (шатрами), изъ которыхъ велѣлъ изготовить мѣха, наполнить ихъ сухой соломой и сѣномъ и составить изъ нихъ плотъ, по которому онъ перевелъ войско на другой берегъ. Подобный мостъ употребилъ Ксенофонтъ, согласно его собственному описанію, для перехода черезъ Евфратъ.

Изъ описаній Геродіама, Люкануса и другихъ римскихъ писателей начала христіанской эры слѣдуетъ, что Римляне строили понтонные мосты часто на бочкахъ. Вегеціусъ говоритъ, что римскія войска возили съ собой деревянные желоба и достаточное количество досокъ, гвоздей и веревокъ для постройки понтоннаго моста при встрѣчѣ большой рѣки. Императоръ Юліанъ переправлялся въ 4-мъ столѣтіи по построеннымъ изъ этихъ желобовъ мостамъ черезъ Тигръ, Евфратъ и другія большія рѣки. Изъ исторіи извѣстно, что подобные понтонные мосты существовали въ 17-мъ столѣтіи въ Германіи и Голландіи, при чемъ для бѣльшей водонепроницаемости понтоновъ въ Германіи покрывали ихъ кожей, а въ Голландіи—бѣлой жестию.

По конструкціи различаютъ два главныхъ рода понтоновъ,

которые можно назвать затопляемыми и незатопляемыми. Къ первымъ принадлежатъ понтоны изъ открытыхъ ящиковъ или лодокъ, а къ вторымъ—изъ плотно закупоренныхъ и осмоленныхъ бочекъ. Въ Англіи строили въ началѣ затопляемые понтоны, но въслѣдствіи частаго разрушенія ихъ высокими водами перешли въслѣдствіи къ незатопляемымъ. Понтоны располагали на небольшихъ между собою разстояніяхъ, обыкновенно не болѣе 3,8 мтр., а плотно получало ширину около 3 мтр.

Первые незатопляемые понтоны въ Англіи имѣли видъ деревянныхъ бочекъ съ коническими днами, которыя иногда снаружи обивали мѣдными листами, жестью и т. п. Такіе понтоны строилъ генералъ Colleton въ началѣ текущаго столѣтія въ Лондонѣ и въ другихъ городахъ Англіи, но эта форма скоро была оставлена, такъ какъ она не представляла никакого преимущества передъ закрытыми со всѣхъ сторонъ ящиками, между тѣмъ какъ изготовленіе ея было труднѣе. Капитанъ Fowkes строилъ переносные понтоны, которые складывались въ родъ гармоникки и покрывались водонепроницаемой парусиной.

Cubitt построилъ въ 1848 г. въ Ливерпулѣ большой плотъ на понтонахъ изъ котельнаго желѣза. Длина плота 152,4 мтр., а ширина 24,4 мтр.; въслѣдствіе приливовъ и отливовъ онъ черезъ каждые 12 часовъ поднимается и опускается на 18 до 24 фут. Плотъ соединенъ съ набережной двумя желѣзными мостами, длиной 46,7 мтр. каждый, которыхъ балки имѣютъ видъ прямоугольной клепанной трубы шириной 0,6 mtr; высота ея въ серединѣ 2,59 mtr уменьшается къ концамъ до 1,67 mtr. Мосты связаны съ плотомъ такимъ образомъ, что ихъ, лежація на послѣднемъ, концы могутъ вмѣстѣ съ нимъ подниматься и опускаться; въ серединѣ балки соединены между собою арочной поперечиной съ фонаремъ въ вершинѣ. Банкетъ для пѣшеходовъ устроены снаружи и ограждены легкими желѣзными перилами съ чугунными стойками, деревянные поперечины соединены съ нижними поясами балокъ посредствомъ болтовъ и хомутовъ.

Въ Америкѣ въ прежнее время строили на топкихъ болотахъ пловучіе мосты изъ ситника. Для этого располагали въ болотѣ на небольшихъ между собою разстояніяхъ связки ситника, на которые настилали доски. Въслѣдствіи стали изготовлять понтоны изъ дерева, каучука и другихъ легкихъ матеріаловъ.

Замѣчательный понтонный мостъ построилъ недавно Georg Stuart черезъ болото и рѣку между озерами *Scugog* и *Sturgeon* въ Канадѣ (Америка). Мостъ состоитъ изъ плотовъ, имѣющихъ 30 футовъ въ квадратъ; каждый плотъ образованъ 7-ю балками,

на которыхъ лежитъ толстый поперечный настилъ. Плоты соединены между собою цѣпами, прикрѣпленными къ большимъ камнямъ, лежащимъ на днѣ рѣки. Длина моста болѣе версты.

Понтонные мосты построены въ нѣсколькихъ мѣстахъ на Большой *Невѣ въ Петербургѣ*; по одному изъ нихъ проходитъ конная желѣзная дорога. — Одинъ изъ понтонныхъ мостовъ въ *Роуен* во Франціи находится на мѣстѣ каменнаго моста, построеннаго Римлянами въ 3-мъ столѣтіи. Верхнее строеніе его поддерживается лодками, прикрѣпленными къ дну рѣки цѣпами, а проѣзжая часть вымощена камнями. Длина моста равняется 275 mtr. — Длина плывучаго моста въ *Карльсруэ* равна 364 мтр.; длина его понтоновъ 20 мтр., а ширина—около 4 мтр. На мосту устроена проѣзжая часть для повозокъ и желѣзнодорожный путь. Пловучіе мосты, расположенные на деревянныхъ или желѣзныхъ понтонахъ, находятся также въ разныхъ другихъ странахъ, какъ Италіи, Венгріи и т. д.

Въ Африкѣ пловучіе мосты строятъ изъ деревянныхъ брусевъ, которые связываютъ бамбукомъ. Такой мостъ есть собственно не что иное, какъ плотъ небольшой ширины, длина котораго равна ширинѣ русла (черт. 48). Эти плоты уносятся часто высокими водами, и тогда на прежнемъ мѣстѣ строятъ новый пловучій мостъ. Построенные этимъ первобытнымъ образомъ мосты можно видѣть въ Африкѣ и теперь; ихъ концы обыкновенно прикрѣплены къ берегамъ, а плавающая на водѣ часть можетъ подниматься и опускаться соотвѣтственно измѣненію высоты горизонта воды.

Китайцы строили понтонные мосты уже въ древнія времена. На рѣкѣ *Ky-cheu-fu* (Kou-tcheou-fou) существуетъ и теперь понтонный мостъ, состоящій изъ 130 лодокъ, соединенныхъ крѣпкими желѣзными цѣпами. На лодки опираются деревянные балки, на которыхъ настланы доски. Часть моста въ серединѣ устроена подвижною для пропуска барокъ, и на немъ выстроенъ таможенный домикъ. Подобный мостъ находится на рѣкѣ *Нингъ-по*, и его средняя часть тоже подвижная.

Большой понтонный мостъ построенъ въ 1873 г. черезъ рѣку *Hooghly въ Калькуттѣ* въ Индіи. Его длина равна 465 мтр., а ширина 19 мтр. (черт. 49); желѣзные понтоны имѣютъ видъ глубокихъ лодокъ съ водонепроницаемыми отдѣленіями, и каждый изъ нихъ прикрѣпленъ къ дну рѣки какъ въ верховой, такъ и низовой части якорями; длина понтоновъ 48,6 мтр., а ширина 3 мтр. Понтоны соединены между собою попарно деревянными брусьями и болтами, и на каждой парѣ устроена деревянная мостовая опора такой высоты, чтобы обыкновенныя суда могли свободно прохо-

дять подъ мостомъ. На опорахъ расположены желѣзныя балки въ разстояніяхъ около 5 мтр. между собою; на балкахъ лежатъ поперечины, а на послѣднихъ—досчатый настилъ. Мостъ имѣетъ такое устройство, что для пропуска большихъ судовъ часть его отверстія можетъ быть открыта.

Понтоны устроены только въ средней части рѣки, гдѣ глубина воды большая; вблизи береговъ, гдѣ устройство неподвижныхъ опоръ не представляло затрудненій, балки лежатъ на каменныхъ опорахъ; неподвижная часть моста соединена съ понтонной параболическими фермами, расположенными однимъ концомъ на каменной, а другимъ — на понтонной опорѣ, такимъ образомъ, что при измѣненіи высоты горизонта воды онѣ вращаются около оси, укрѣпленной на неподвижной опорѣ.

Понтоны облегчаютъ сооруженіе мостовъ на большихъ рѣкахъ, такъ какъ не требуютъ устройства опоръ въ глубокой водѣ, но они могутъ быть употребляемы безъ особенныхъ неудобствъ только при слабомъ теченіи и когда колебанія горизонта воды небольшія. Въ противномъ случаѣ ихъ трудно укрѣпить на мѣстѣ такимъ образомъ, чтобы при всякомъ горизонтѣ воды положеніе ихъ было достаточно прочнымъ, они поэтому не могутъ замѣнить мосты съ неподвижными опорами тамъ, гдѣ послѣдніе возможны.

КАМЕННЫЕ МОСТЫ.

Каменные мосты.

Начало употребленія камня для сооружений принадлежит первобытному состоянію человѣчества и теряется въ мракъ самой глубокой древности. Для первыхъ каменныхъ построекъ брали камень, раздробленный въ небольшіе куски силами природы, нашедшійся на поверхности земли, или добывали его изъ неглубокихъ ямъ; валуны, булыги, гальки и прочіе обломки естественныхъ скалъ составляли первый матеріалъ для каменныхъ сооружений. Изъ нихъ складывали стѣны на сухо, безъ употребленія связывающаго вещества, которое первобытному человѣку не было извѣстно. Вслѣдствіе недостаточной устойчивости такой кладки, ея неплотности и водонепроницаемости, пользовались для заполненія промежутковъ между камнями глиной, которой немного увеличивалось спѣяніе камней; жирная лѣпная глина образовала первый растворъ, который и теперь служитъ единственнымъ связывающимъ веществомъ въ постройкахъ народовъ, нетронутыхъ культурой.

О времени изобрѣтенія известковаго раствора исторіи ничего неизвѣстно; открытіе свойствъ обожженнаго известняка принадлежитъ безъ сомнѣнія горнымъ строителямъ, имѣвшимъ чаще другихъ случай наблюдать камни, связанные естественнымъ цементомъ, встрѣчаемые въ разныхъ стадіяхъ отвердѣванія, главнымъ образомъ въ песчаникахъ и конгломератахъ.

Естественные камни употребляли для сооружений въ огромныхъ глыбахъ уже въ глубокой древности. Мы можемъ только удивляться искусству Египтянъ и не можемъ надлежащимъ образомъ себѣ уяснить, какъ они ухитрялись уже 2000 лѣтъ до Р. Х. выламывать при тогдашнихъ средствахъ монолиты, изъ которыхъ состоятъ обелиски, вѣсомъ въ миллионы килограммовъ, и помощію какихъ машинъ они перевозили и устанавливали такую громадную массу! Камни длиной въ 10 мтр., а шириной и высотой въ 3—4 мтр., вѣсъ которыхъ достигаетъ 300 тоннъ, не представляютъ въ ихъ

сооруженіяхъ никакой рѣдкости; въ развалинахъ Персеполисъ находятся даже плиты длиной до 16 мтр.

Громадныя каменныя сооруженія, принадлежащія глубокой древности, находятся также въ Перу въ Америкѣ. Близъ старинной столицы Инковъ, Каско, можно видѣть огромные камни, длиной 12 мтр., которые доставлялись на мѣсто постройки по самымъ труднымъ путямъ изъ карьеровъ, отстоявшихъ отъ него на шестьсотъ слишкомъ верстъ. Всѣ камни имѣютъ неправильную форму, но такъ искусно притесаны одинъ къ другому, что швы между ними почти незамѣтны. И эта точная обдѣлка производилась неудобными каменными орудіями, такъ какъ желѣзо въ Перу не было извѣстно. Раствора въ перуанскихъ кладкахъ нигдѣ не было найдено.

Въ древнихъ каменныхъ постройкахъ Греціи и Италіи встрѣчается часто такъ называемая „циклонская кладка“, для которой камни обдѣлывались лишь на столько, сколько было нужно для образованія плотныхъ наружныхъ швовъ; камни въ этой кладкѣ имѣютъ форму неправильныхъ многоугольниковъ, приближающуюся къ ихъ первоначальному виду въ карьерѣ. Для уменьшенія работъ по обтескѣ употребляли меньшіе куски, которыми заполняли пустоты между большими камнями. Подобнаго рода кладка, но по виду еще болѣе неправильная встрѣчается также у Этрусковъ; въ нынѣшнее время она часто употребляется въ мостовыхъ сооруженіяхъ.

У Грековъ и Римлянъ весьма распространенной была *смѣшанная кладка*, очень похожая на нынѣшній бетонъ. Она состояла изъ веществъ разнаго рода и вида, соединенныхъ между собою растворомъ. Обыкновенно наружныя части кладки возводили изъ естественнаго или искусственнаго камня, а бетонъ образовалъ ядро ея; имъ заполняли пустоты, оставленныя между каменной одеждой. Эту кладку часто исполняли неправильно; такъ Витрувій порицаетъ тѣхъ, которые „сложивъ наружныя части стѣны изъ тесоваго камня, бута или кирпича, употребляютъ для заполнения растворъ, смѣшанный съ неправильными камнями неодинаковыхъ размѣровъ часто совсѣмъ небрежно“; онъ говоритъ, что такая кладка можетъ оказаться совсѣмъ негодной, и что для заполнения нужно употреблять камни величиной менѣе чѣмъ въ кулакъ, которые должны быть вдавливаемы въ растворъ равномерно въ такомъ количествѣ, чтобы объемъ ихъ только немного превышалъ удвоенный объемъ раствора.

Смѣшанная кладка сохранилась довольно хорошо до нашего времени въ римскихъ развалинахъ. Она называлась *Emplecton*

и употреблялась даже для самых роскошных построекъ, какъ, напр., для императорскаго золотого дворца Нерона, для пантеона Агриппы, термовъ Діоклеціана и Каракалы и др.

Начало появленія искусственнаго камня или кирпича принадлежит доисторическому времени. Отечествомъ кирпича считаютъ Азію, и главнымъ образомъ тѣ ея страны, въ которыхъ живутъ самые древніе культурные народы: Японцы, Китайцы и Индійцы.

Древнѣйшія кирпичныя сооруженія, дошедшія до нашего времени, находятся въ Египтѣ. Кирпичъ употреблялся преимущественно необожженный; по Геродоту ядро большинства пирамидъ состоитъ изъ сырца, а царь Asychis построилъ изъ него одну изъ самыхъ большихъ пирамидъ. Сырой кирпичъ употребляли въ началѣ и для сводовъ, и тогда ему давали клинообразную форму. Греки строили изъ необожженнаго кирпича зданія и крѣпости. По Павзанію стѣны крѣпости Мантинея, построенной въ 362 г. до Р. Х., состояли изъ сырца, который только во время персидскихъ войнъ былъ замѣненъ мраморомъ.

Обожженный кирпичъ появился впервые по всей вѣроятности у Вавилонянъ. Изъ него, по Геродоту, состояла стѣна, окружавшая Вавилонъ, которой высота равнялась 200, а толщина 50 локтямъ. По Діодору сказочная вавилонская царица Семирамида употребляла для своихъ громаднхъ построекъ обожженный кирпичъ. Нѣсколько лѣтъ назадъ произведенными на мѣстѣ древняго Вавилона раскопками открыта на глубинѣ 20—24 мтр. кирпичная стѣна длиною восемь миль, которая по заключенію геологовъ существуетъ не менѣе 10 тысячъ лѣтъ. Въ развалинахъ Мугеира, построеннаго около 2300 до Р. Х., остатки котораго существуютъ до сихъ поръ, найдены даже кирпичи, политые глазурью разныхъ цвѣтовъ.

Римляне изготовляли два рода кирпича: *Lateres*, сушеный на солнцѣ, и *Testae*, обожженный въ огнѣ. *Lateres* употребляли въ трехъ различныхъ величинахъ: *Lydion*, шириной и высотой въ 1 футъ, а длиною $1\frac{1}{2}$ фута; *Tetradron* и *Pentadron* имѣли кубическую форму въ 5 и 64 ширины руки. Для перевязей на углахъ изготовляли полукирпичи прямоугольнаго и треугольнаго вида. Впослѣдствіи кирпичамъ давали толщину 40, 45 и 55 миллиметр., при длинѣ квадратнаго основанія (соотвѣтственно) въ 199, 447 и 596 миллиметровъ. Общимъ распространеніемъ пользовался въ Римѣ долгое время сырецъ, и только при имперіи его начали замѣнять обожженнымъ кирпичемъ.

Искусство сооруженія каменныхъ мостовъ въ древности особенно было развито у Грековъ и Египтянъ. Но такъ какъ конструкція сводовъ имъ была неизвѣстна, то они перекрывали отверстия каменными балками, вслѣдствіе чего пролеты этихъ мостовъ были весьма малы. Нѣкотораго увеличенія разстоянія опоръ достигали кронштейнами или выпусками, т. е. камнями, выступавшими въ видѣ отвѣсныхъ ступенекъ, уменьшавшими свободный пролетъ балокъ, но постройка каменныхъ мостовъ съ большими отверстиями сдѣлалась возможной только послѣ изобрѣтенія сводовъ.

Прежде думали, что искусство кладки сводовъ не было извѣстно древнимъ культурнымъ народамъ: Вавилонянамъ, Египтянамъ, Халдеямъ и Финикіанамъ, но новѣйшими изслѣдованіями это мнѣніе опровергнуто, и теперь можно съ увѣренностью утверждать, что древнѣйшіе своды, сохранившіеся до нашего времени, существуютъ не менѣе 3000 лѣтъ, и что они не были первыми сооружениями этого рода, такъ какъ древніе писатели упоминаютъ о сводахъ, существовавшихъ уже въ сказочное время. Такъ Діодоръ, описывая подземный ходъ, построенный Семирамидой для соединенія ея двухъ дворцовъ, говоритъ: „Сводъ канала былъ построенъ изъ обожженного кирпича; его смазывали съ обѣихъ сторонъ горячей земляной смолой до тѣхъ поръ, пока его толщина не достигла 6 локтей. Стѣна имѣла въ толщину 20 кирпичей; высота канала, не включая свода, равнялась 20, а ширина—15 футамъ“.

Въ Эѳіопіи своды были извѣстны 2000 л. до Р. Х. На островѣ Мерое находится вдоль резиденціи эѳіопскихъ царей большое число пирамидъ изъ краснаго песчаника; каждая изъ нихъ имѣетъ на восточной сторонѣ портикъ, изъ которыхъ одинъ перекрываетъ правильную аркой.

Но еще ранѣе чѣмъ въ Эѳіопіи кладка сводовъ была извѣстна въ Месопотаміи. Эта страна представляла огромную равнину, совершенно лишенную скалистыхъ возвышенностей и весьма бѣдную деревомъ, она вслѣдствіе того была принуждена возводить свои сооруженія изъ глины. За недостаткомъ топлива приходилось употреблять кирпичъ, высушенный на солнцѣ, но для защиты сырцовыхъ стѣнъ отъ непогоды облицовывали ихъ снаружи обожженнымъ кирпичемъ. Такъ какъ для перекрытія внутреннихъ помѣщеній потолками почти невозможно было достать ни деревянныхъ балокъ, ни каменныхъ плитъ, то необходимость заставила издумать своды.

Въ совсѣмъ другомъ положеніи находились жители Египта. Обладая вдоль рѣки Нила скалами превосходнаго камня, они при своихъ тогдашнихъ постройкахъ легко могли обходиться безъ сводовъ и пользовались въ широкихъ размѣрахъ каменными бал-

ками. Ими не рѣдко перекрывали даже такія помѣщенія, которымъ придавали видъ сводовъ. Такъ перекрытіе одного помѣщенія въ третьей египетской пирамидѣ, которое съ внутренней стороны имѣетъ видъ свода, въ дѣйствительности образовано наклонными плитами, расположенными нижними гранями на стѣны, а вверху, вдоль вершины кривой поверхности, взаимно опирающимися одна на другую (черт. 50). Плиты снизу обтесаны въ видъ возвышеннаго свода, припоминающаго готическій. Подобная конструкція найдена также у входа въ большую пирамиду. Длина каменныхъ балокъ, употребленныхъ Египтянами въ разныхъ постройкахъ, достигаетъ 4 мтр.

Своды съ нормальными швами встрѣчаются въ Египтѣ крайне рѣдко, и ихъ отверстія обыкновенно не превышаютъ 2—3 метра. По Діодору Египтяне познакомились съ кладкой сводовъ у Эѳіоповъ, у которыхъ они научились также искусству ваянія, и заимствовали обычай считать своихъ царей богами.

Въ одномъ изъ мавзолеевъ въ Гизѣ былъ найденъ гробъ изъ правильной кладки, перекрытый тремя камнями, образующими родъ шпренгеля (черт. 51), надъ которымъ находится правильная арка съ отверстіемъ въ 3,4 мтр. Арка состоитъ изъ трехъ концентрическихъ слоевъ, толщиною 1,17 мтр.; длина камней 1,22 мтр., а ширина 38 сантиметровъ. Вилькинсонъ полагаетъ, что она была построена въ царствованіе Амунопля I, изъ чего слѣдовалобъ что Египтянамъ кладка сводовъ была извѣстна уже въ 15 столѣтіи до Р. Х., но изъ привычки къ каменнымъ балкамъ рѣдко ими употреблялась. Въ кладкѣ этого мавзолея находится выступающіе камни, имѣющіе много сходства съ камнями свода. Если бы предположеніе, что мавзолей былъ перекрытъ сводомъ, оправдалось, то такъ какъ разстоянія его стѣнъ равны 9,3 и 8,0 мтр., это былъ бы старѣйшій сводъ столь значительныхъ размѣровъ.

Изъ пелазгійскаго періода Греціи и временъ Этрусковъ Италіи дошли до нашего времени сооруженія, извѣстныя подъ названіемъ *Тезавровъ*. Они состоятъ изъ горизонтальныхъ колецъ, сложенныхъ изъ камней, которыхъ вертикальные швы направлены къ центру, вслѣдствіе чего могутъ сопротивляться горизонтальнымъ силамъ, и имѣютъ нѣкоторое сходство со сводами съ вертикальной осью. Конструкція сводовъ въ древней Греціи могла еще менѣе развиваться, чѣмъ въ Египтѣ, вслѣдствіе богатства въ залежахъ отличныхъ мраморовъ, изъ которыхъ Греки изготовляли свои каменные балки. Своды со швами нормальными къ направляющей по всей вѣроятности не были имъ извѣстны, такъ какъ они строили свообразныя перекрытія помощью постепенно выступающихъ гори-

горизонтальных рядовъ, и такую кладку употребляли уже до начала Троянской войны (1184 до Р. X.). Она встрѣчается въ многихъ сооруженіяхъ не только Греціи, но также Малой Азіи, Египта, и нѣкоторыхъ пелазгійскихъ городовъ Италіи. Образецъ ея можно видѣть и теперь въ воротахъ Segina въ Latinum, гдѣ она снизу отдѣлана въ формѣ стрѣльчатого свода (черт. 52). Даже куполы Греки строили горизонтальными рядами, какъ это видно изъ чертежа 53, представляющаго разрѣзъ подземнаго помѣщенія, извѣстнаго подъ названіемъ *сокровищницы Атрея*, находившагося въ городѣ Микены, разрушенномъ въ 468 г. до Р. X. Диаметръ его равняется 14,27 mtr, а высота 11,85 mtr. Подобныя сооруженія, но значительно большихъ диаметровъ, достигающихъ 80 метровъ, встрѣчаются и у Этрусковъ, которые опередили Грековъ и въ кладкѣ сводовъ съ нормальными швами.

Хорошее знакомство Этрусковъ съ конструкціей сводовъ было причиной, что прежде имъ приписывали честь изобрѣтенія ея. Нѣкоторые изъ древнихъ писателей считали даже изобрѣтателемъ сводовъ извѣстнаго философа Демокрита (470 до Р. X.), но это отрицалъ уже Сенека. Если принять во вниманіе, что „смѣющійся Абдеритъ“ жилъ пять лѣтъ въ Египтѣ, и въ своихъ путешествіяхъ дошелъ до Эіопіи, и даже до Индіи, то легко допустить, что онъ изучилъ искусство постройки сводовъ у Египтянъ или Эіоповъ, и затѣмъ познакомилъ съ нимъ Грековъ.

Hoskins описалъ полуциркульную арку, открытую имъ въ одномъ гробѣ въ Оивахъ, городѣ древней Греціи, которой отверстие 2,6 метровъ. Надъ вершиной ея находится строка іероглифовъ съ именемъ Амунопля I, изъ чего можно бы заключить, что арка построена около 1540 до Р. X. Въ Оивахъ были также открыты помѣщенія со сводами изъ необожженнаго кирпича, сооруженіе которыхъ относятъ къ 1200 г. до Р. X. Perring, описывая эти своды, говоритъ, что они состоятъ изъ концентрическихъ колецъ толщиною въ полъ-кирпича, и что кирпичи помѣчены именемъ Сезострисъ, одного изъ первыхъ повелителей Египта, покорившихъ Азію и Эіопію. Своды имѣютъ отверстія отъ 4 до 5 мтр.

Въ развалинахъ Ниневіи найдено много кирпичныхъ сводовъ съ малыми отверстіями, и только одно изъ нихъ превышаетъ 3 метра. Въ томъ же городѣ были открыты ворота шириною 3,1 мтр., перекрытыя полукруглыми кирпичными сводами съ правильными швами, направленными къ центру. Указанія на другія подобныя сооруженія находятся въ многихъ ассирійскихъ барельефахъ весьма древняго происхожденія, а также въ нѣкоторыхъ египетскихъ пирамидахъ.

На черт. 54 представлено отверстие, найденное въ стѣнѣ древней крѣпости близъ горы Cynthus на островѣ Delos. Потолокъ его образованъ плитами, опирающимися взаимно подобнымъ образомъ, какъ ноги въ стропилахъ.

Въ Тосканскомъ городѣ Volterra существуютъ до сихъ поръ арочныя ворота, устроенныя въ каменной стѣнѣ изъ циклопской кладки, время сооруженія которой неизвѣстно. Francis Wey полагаетъ, что судя по барельефамъ, вырѣзаннымъ на саркофагахъ Этрусковъ, она представляетъ часть Троянской стѣны, воспроизведенной по преданію, сохранившемуся между выходцами изъ Азіи. Ширина воротъ превышаетъ 4 мтр., а длина образованнаго ими корридора—9 мтр.; послѣдній оканчивается полуциркульными арками, вершина которыхъ возвышается надъ поверхностью земли на 6 мтр. (чер. 55). Каждая арка состоитъ изъ 39 каменныхъ клинѣвъ; въ пятахъ и ключѣ замѣтны слѣды высѣченныхъ въ камнѣ человѣческихъ головъ. Опоры оканчиваются импостами весьма правильнаго профиля. Это довольно хорошо сохранившееся сооруженіе можетъ быть разсматриваемо какъ образецъ выработанной Римлянами конструкціи сводовъ, которая въ послѣдствіи примѣнялась ими въ обширныхъ размѣрахъ при постройкѣ мостовъ.

Сохранившійся до сихъ поръ сводъ канала подъ сѣверо-западнымъ дворцомъ Нимрода, построеннаго царемъ Ашуракбаль (Сарданапалъ) въ 900 г. до Р. Х., имѣетъ видъ полукруга, составленнаго изъ клинообразныхъ камней съ нормальными швами. Сводъ террасы, открытой въ юго-восточномъ дворцѣ Нимрода, имѣетъ стрѣльчатую форму, получившую въ среднемъ вѣкѣ названіе готической. Онъ сложенъ изъ клинчатого, очень хорошо обожженнаго кирпича, котораго толщина 10 сантиметровъ, а длина и ширина 30 см. Кладка его отличается отъ обыкновенной тѣмъ, что его швы, перпендикулярные къ оси, сквозные; въ каждомъ второмъ слоѣ, имѣющемъ видъ арки, камни въ вершинѣ примыкаютъ другъ къ другу ребрами безъ замка, а находящіеся между ними слои сомкнуты камнями, выступающими изъ свода немного внизъ. Плоскости арочныхъ слоевъ не вертикальны, но наклонены къ горизонту подъ угломъ около 80°, вѣроятно для того, чтобы увеличить ихъ сопротивленіе напору земли. Reber считаетъ весьма вѣроятнымъ, что стрѣльчатая форма сводовъ перешла въ непрерывномъ преданіи къ Арабамъ, а послѣдними занесена въ Европу, гдѣ по прошествіи 2000 лѣтъ преобразовалась въ готическій сводъ.

Конструкція арокъ и сводовъ была усовершенствована Ассирійцами уже 800 л. до Р. Х., вслѣдствіе чего нѣкоторые приписывали ихъ изобрѣтеніе древней Вавилоніи. Во всякомъ случаѣ

преданіе о Вавилонской башнѣ даетъ поводъ думать, что центръ древнѣйшей культуры слѣдуетъ искать въ долинѣ Евфрата, и что изъ Вавилона народы разсѣялись по всей землѣ.

Наиболѣе древнія свѣдѣнія о мостахъ со сводами сохранились въ *Китань*. По преданію такіе мосты строилъ уже Чин-Нонгъ, наслѣдникъ Фу-Хи, основатель цивилизаціи въ Китаѣ, жившій около 2950 до Р. Х. Китайцы употребляли полуциркулярныя арки, которыя они возвышали надъ горизонтомъ воды на столько, чтобы подъ ними могло свободно происходить движеніе судовъ.

На черт. 56 представленъ одинъ изъ китайскихъ мостовъ, построенный на судоходной рѣкѣ, который вслѣдствіе малой высоты береговъ получилъ видъ высокихъ каменныхъ воротъ. Съ берегами мостъ соединенъ помощію кривыхъ поверхностей, на которыхъ устроены лѣстницы.

Многіе китайскіе мосты замѣчательны большими размѣрами и часто роскошной отдѣлкой. Нескъ описалъ мостъ черезъ *Цендерудъ въ Испаніи*, имѣющій 29 арокъ съ отверстиями въ 15,4 метровъ, при толщинѣ опоръ 7,8 мтр. Длина моста равна 760 мтр., высота—37 мтр., а ширина 47,6 мтр. Ширина проѣзжей части на мосту равняется 15,3; остальная часть его назначена для пѣшеходовъ и вымощена мраморомъ. Близъ Испаніи находятся еще два каменныхъ моста, изъ которыхъ одинъ, длиной 305 мтр., содержитъ 34 арки.

Китайскіе цензоры часто упрекали своихъ императоровъ, за роскошь, съ которой они строили мосты. Одинъ изъ такихъ упрековъ достался императору изъ династіи Сургъ за мостъ, построенный изъ *железа и бронзы*, отдѣланный съ необыкновенной роскошью. Этотъ императоръ построилъ въ 8-мъ столѣтіи въ одномъ только городѣ Су-Чеу болѣе сорока мостовъ.

Вслѣдствіе замкнутости Китайцевъ ихъ сооруженія не были извѣстны древнимъ культурнымъ народамъ, и потому ихъ успѣхи въ области искусства не имѣли никакого вліянія на развитіе послѣднихъ въ Европѣ и Азіи. Заслуга повсемѣстнаго распространенія сводовъ принадлежитъ Римлянамъ, стремившимся и въ строительномъ отношеніи занимать первенство между народами міра. Римлянамъ принадлежитъ изобрѣтеніе крестовыхъ и купольныхъ сводовъ; ихъ каменные сооружения отличаются высокой степенью совершенства, изящностью, свидѣтельствующею о большомъ вкусѣ, и нерѣдко чрезвычайной тщательностью исполненія. Въ римскихъ сооруженияхъ отверстия куполовъ превышаютъ 40 мтр., а пролеты мостовыхъ арокъ достигаютъ 35 мтр. Въ *Cartona* находится гробница называемая „Гротъ Пифагора“ покрытая куполомъ съ правиль-

ными коническими и меридиональными швами. Пифагоръ жилъ около 550 до Р. X. но нынѣшняя купольная кладка, кажется, въ это время еще не была извѣстна, и надо полагать что гробница построена Римлянами въ болѣе позднее время.

Первые римскіе своды имѣли почти исключительно полуциркульный видъ; при малыхъ отверстіяхъ ихъ строили часто по греческому способу горизонтальными рядами для чего употребляли обыкновенно бутовый почти необтесанный камень, и въ такихъ случаяхъ отдавали предпоченіе стрѣльчатой формѣ. Такой сводъ изображенъ на черт. 57, представляющемъ отверстіе въ древней стѣнѣ въ Arpino.

Сооруженіе знаменитой Cloaca Maxima (черт. 58), приписываютъ Тарквинію Гордому, одному изъ первыхъ царей Рима, жившему около 615 до Р. X. Сводъ построенъ изъ вулканическаго туфа, и состоитъ изъ трехъ концентрическихъ колецъ полуциркульнаго вида; его отверстіе равно семи мтр. Хорошее состояніе въ которомъ этотъ сводъ сохранился до нашего времени не смотря на дѣйствующій на него огромный грузъ свидѣтельствуетъ о большой опытности и способности Этрусковъ, которымъ Тарквиніемъ отдана была постройка этого канала.

Римляне пользовались сводами въ большихъ размѣрахъ при постройкѣ водопроводовъ. Аквадукъ Marcia построенъ по Плинію въ царствованіе Ancus Marcius (около 620 до Р. X.), отъ котораго получилъ свое названіе, но по Strabon и Frontinus, завѣдывавшими римскими водопроводами въ царствованіе Нерона (около 55 послѣ Р. X.) первымъ сооруженіемъ этого рода былъ аквадукъ Appia (Appius Claudius) построенный въ 311 г. до Р. X., а вторымъ—Anio Vetus, 272 до Р. X. Вслѣдствіе ветхости эти аквадуки перестроилъ преторій Marcius Rex, который въ то же время присоединилъ къ нему нѣсколько новыхъ источниковъ и построилъ для этой цѣли новый проводъ, получившій названіе Marcia. Видъ этого аквадука представленъ на черт. 59, а его поперечное сѣченіе—на черт. 59a и 59b; изъ послѣдняго видно, что его каналъ имѣлъ ширину 0,9 мтр, а высоту 1,7 мтр. и былъ покрытъ каменными плитами. На черт. 59c изображенъ мостъ св. Петра, составляющій часть того же провода Marcia; черт. 60 представляетъ сѣченіе водопроводнаго канала аквадука Appia, а черт. 61—аквадука Anio Vetus. Каждый изъ нихъ перекрываетъ двумя наклонными плитами, встрѣчающимися въ вершинѣ. Видъ аквадука Anio Vetus изображенъ на черт. 61a; черт. 62 представляетъ мостъ св. Антонія, на которомъ соединены оба провода: Marcia и Anio Vetus.

По мѣрѣ увеличенія числа жителей Рима существовавшіе водопроводы дополнялись новыми, которыми увеличивалось количество воды, проводимой въ городъ. Въ 126 г. до Р. X. былъ построенъ проводъ *Tepula*, въ 34 г.—*Julia*, а въ 21 г.—*Virgo*, и затѣмъ *Alsietina* и *Augusta*; въ царствованіе Калигула и Клавдіа къ нимъ прибавили новые водопроводы *Claudia* (черт. 64) и *Anio Novus* (черт. 63а). Вся длина проводовъ въ это время превышала 436 километровъ, и изъ нихъ 55 километровъ находились на арочныхъ аквадукахъ. Каналы строили изъ кирпича, и перекрывали ихъ кирпичными сводками, какъ напр. каналъ провода *Anio Novus* (черт. 63а) или каменными плитами (проводъ *Claudia* чер. 64а и другіе). На черт. 64 представленъ типъ арокъ аквадука Клавдіа, а на черт. 66—часть аквадука Нерона.

При пересѣченіи глубокихъ долинъ и рѣкъ размѣры этихъ сооружений получали часто значительную величину, и тогда нерѣдко по одному аквадуку проводили нѣсколько проводовъ. Примѣръ соединенія двухъ водопроводовъ представляетъ названный выше мостъ св. Антонія; черезъ большія арки вблизи Рима проводили обыкновенно одинъ надъ другимъ отъ трехъ до четырехъ каналовъ.

Остатки моста *Claudia* (черт. 65) въ долинѣ арокъ (*Degli Archi*) имѣютъ высоту до 32 мтр. Постройка его была начата при Калигулѣ въ 37 г. послѣ Р. X. и окончена при Клавдіи. Каналъ провода *Claudia* на протяженіи болѣе десяти верстъ лежитъ на аркахъ; другой верхній каналъ имѣлъ длину около 9 верстъ, а высота его аквадука въ нѣкоторыхъ мѣстахъ превышала 30 мтр.

Постройка водопроводовъ продолжалась и послѣ Калигулы въ царствованіе Трояна, Адріана и другихъ. Эти аквадуки извѣстны подъ названіями Траяна, Адріана, Александрина, Антонина и т. д. На черт. 67 представлена наиболѣе высокая часть аквадука *Александрина* построеннаго около 226 г. послѣ Р. X. Онъ замѣчателенъ своей массивностью, которая придаетъ ему тяжелый видъ, и по красотѣ значительно уступаетъ аквадукамъ Нерона. Аквадукъ *Адріана* превышалъ всѣ другіе высотой; онъ имѣлъ 602 арки съ отверстиями отъ 2,12 до 3,56 мтр.; его наиболѣе высокая часть находится вблизи *Centocelle*, гдѣ арки имѣютъ два этажа.

Всѣхъ аквадуковъ въ Римѣ было четырнадцать: три изъ нихъ находятся и теперь въ дѣйствиіи.

Римляне строили аквадуки не только въ Римѣ, но и въ разныхъ другихъ мѣстахъ ихъ обширной имперіи. Аквадукъ въ *Мителене* построенъ при Августѣ (63 до Р. X.—14 послѣ Р. X.) (черт. 68); его длина достигаетъ 7000 метровъ, а высота 22—

25 метровъ. Своды его состоятъ изъ большихъ плитъ сѣраго мрамора; изъ того же камня построены и опоры.

Длина акведука въ *Пирюсъ* (черт. 69) близъ Константинополя достигаетъ 207 мтр., а высота 33 мтр. Акведукъ въ *Антиохіи* (черт. 70) имѣетъ длину 6700 метроизъ и высоту 62 мтр. а длина акведука въ *Меузъ*, построеннаго около 10 г. до Р. Х. (черт. 71) равняется 308 мтр., при высотѣ до 21 мтр.; отверстія арокъ около 16,1 мтр.

Акведукъ *du Garde* (провинція *Languedoc* въ Франціи) (ч. 72) построенъ въ то же время что и предыдущій племянникомъ Августа Агриппомъ. Его высота, достигавшая 55 мтр., раздѣлена на 3 этажа, образованныя арками которыхъ отверстія внизу равны 25 мтр., а вверху они не больше пяти метр. Арки выстроены изъ тесоваго камня безъ раствора; начиная со шва излома своды образованы параллельными арками, независимыми между собою для того, чтобы давленіе на камни распредѣлялось по возможности равномернѣе. Еслибы камни шли во всю толщину свода непрерывно, то вслѣдствіе отсутствія раствора линія давленія могла бы на какомъ нибудь мѣстѣ такъ значительно приблизиться къ очертанію его, что камень не выдержалъ бы дѣйствія, сосредоточеннаго на малой поверхности шва. Оставшаяся до сихъ поръ часть этого акведука имѣетъ длину 260 мтр. и высоту 48 мтр.; его кладка нештукатурена, и на поверхности ея находятся выступающіе камни, которые Римляне оставляли нарочно для облегченія устройства лѣсовъ во время исправленія поврежденій. Вслѣдствіе большой ширины нижняго этажа имъ воспользовались въ 1743 г. при постройкѣ дороги, которую провели черезъ этотъ этажъ.

Нѣсколько замѣчательныхъ водопроводовъ было построено въ царствованіе Августа, Тиберія и Клавдіа въ Ліонѣ. Воду проводили подземными каналами, для которыхъ при пересѣченіи долинъ строили акведуки. На черт. 73 представлена часть Ліонскаго акведука, построеннаго около 50 г. до Р. Х.

Въ окрестности *Frejus* можно видѣть и теперь часть хорошо сохранившагося акведука, проводящаго воду въ этотъ городъ. Она изображена на черт. 74, и изъ него видно, что опоры скрѣплены контрфорсами, длина которыхъ у основанія равна $\frac{1}{4}$ высоты. Своды сложены изъ небольшихъ камней, а остальная кладка изъ бута; снаружи они украшены архивольтой изъ бутоваго камня, и эта конструкція встрѣчается въ большинствѣ римскихъ сооружений. Главная часть этого акведука содержала 14 арокъ съ отверстіями въ 5,3 мтр., а его высота до ключа равнялась 14,2 мтр.

Изъ построенныхъ Римлянами каменныхъ мостовъ. *Gauthey*

считаетъ старѣйшимъ мостъ *Salaro* на рѣкѣ *Anio*, въ трехъ километрахъ отъ Рима, сооруженіе котораго онъ приписываетъ Тарквинію, построившему каналъ *Cloaca Maxima* (около 600 до Р. X.) Мостъ этотъ разрушилъ *Totila*, но затѣмъ его вновь выстроилъ *Narses*. Мостъ *Narsesa* изображенъ на черт. 75; онъ существовалъ до недавна и былъ разрушенъ во время войны въ 1867 г. Пологія арки вблизи опоръ принадлежали безъ сомнѣнія позднѣйшему времени.

На *East Dart*, одномъ изъ притоковъ рѣки *Dartmoor* въ Британніи, находится мостъ изъ толстыхъ гранитныхъ плитъ, расположенныхъ на опорахъ изъ гранитныхъ глыбъ (черт. 76). Длина плитъ 4,6 mtr., а ширина около 2 мтр. (6 футовъ). Полагаютъ что это сооруженіе существуетъ болѣе 2000 лѣтъ.

Въ окрестности *Dartmoore* можно видѣть нѣсколько меньшихъ подобныхъ сооружений, сохранившихся довольно хорошо; они не имѣютъ похожихъ себѣ ни въ какой другой странѣ, кромѣ Египта, гдѣ встрѣчаются мосты весьма похожіе на мостъ *East-Dart*.

Римляне придавали дорогамъ и мостамъ большое государственное значеніе, вслѣдствіе чего построили много мостовъ какъ въ Римѣ, такъ и въ провинціяхъ. На рѣкѣ Тиберъ вблизи Рима сообщеніе возстановляли восемь мостовъ, которыхъ названія сверху внизъ (по порядку) были: *Milvius*, *Aelius*, *Triumphal*, *Janiculus*, *Cestius*, *Fabricius*, *Palatinus* и *Sublicius*.

Раньше всѣхъ былъ построенъ мостъ *Palatinus* или *Senatorius* (черт. 77), оконченный въ 181 г. до Р. X. Мостъ представлялъ весьма изящное сооруженіе съ украшениями въ тимпанахъ и аркадахъ на опорахъ; выступающіе у пятъ камни служили вѣроятно опорами для кружалъ. Несмотря на весьма малую высоту быковъ толщина ихъ у пятъ равняется $\frac{1}{3}$ пролета, и она у всѣхъ вообще римскихъ мостахъ очень большая. Причина тому заключается въ томъ, что Римлянамъ не были извѣстны способы устройства основаній въ водѣ посредствомъ выемки верхняго слабаго грунта; они вслѣдствіе того строили быки на огромныхъ каменныхъ плитахъ, расположенныхъ непосредственно на днѣ рѣки, лежащихъ поэтому обыкновенно на слабомъ, сжимаемомъ грунтѣ. Большая толщина имѣла цѣлю распределить давленіе на возможно большую плоскость и такимъ образомъ уменьшить давленіе на единицу площади основанія.

Значительная часть моста *Palatinus* была разрушена въ 1598 г. высокими водами, и долгое время послѣ того онъ оставался безъ сообщенія съ лѣвымъ берегомъ, вслѣдствіе чего его прозвали *Ponte Rotto*; въ 1853 г. это сообщеніе возстановили посредствомъ висячей конструкціи.

Мостъ *Fabricius* или *Tarpejus* (нынѣ dei quattro Capi) находится на лѣвой сторонѣ острова *Fiberina*. Первоначально онъ былъ выстроенъ изъ дерева, но въ 63 г. до Р. X. замѣненъ каменнымъ, получившимъ двѣ арки съ отверстиями въ 24,5 метровъ (чер. 78), которыхъ тимпаны обдѣланы красивыми аркадами съ пилястрами. По *Reynaud* онъ имѣлъ на концахъ двѣ малыя арки по 3,5 мтр., теперь скрытыя вѣроятно въ примыкающихъ къ нему зданіяхъ, входящихъ стѣнами въ рѣку.

Постройка моста *Cestius* (чер. 79) была исполнена при императорахъ *Валентиніанѣ* и *Граціанѣ*. Онъ находится на правой сторонѣ острова *Fiberina* и состоитъ изъ большой арки съ отверстиемъ въ 22,5 мтр., къ которой примыкаютъ двѣ меньшія по 5 метровъ. Теперь этотъ мостъ называется *Ponte Santo Bartholomeo*.

Однимъ изъ самыхъ красивыхъ мостовъ Рима былъ мостъ *Sublicius*, названный впоследствии *Horatius*. На чер. 80 дано его изображеніе, заимствованное изъ одного итальянскаго сочиненія, описывающаго древности города Рима. Мостъ имѣлъ два этажа, изъ которыхъ нижній служилъ вѣроятно для проѣзда, а верхній для пѣшеходовъ. Такая конструкция не встрѣчается ни въ какомъ другомъ сооруженіи того времени. Сомнѣніе въ достовѣрности чертежа возбуждаетъ также устройство колоннъ, погруженныхъ нижней частью въ водѣ, дѣлающихъ это сооруженіе болѣе похожимъ на портикъ или триумфальную арку, чѣмъ на мостъ.

Мостъ *Sublicius* былъ разрушенъ два раза. Впервые *Ancus Martius* (620 до Р. X.), оставивъ каменные опоры, построилъ на нихъ деревянный мостъ, котораго отдѣльныя части были соединены между собою желѣзомъ, при чемъ одно отверстие имѣло такое устройство, что его можно было открывать для пропуска судовъ. Затѣмъ этотъ мостъ былъ разобранъ и выстроенъ изъ одного дерева (стр. 14), а послѣ *Horatius Cocles* замѣнилъ деревянный мостъ каменнымъ, который вслѣдствіе непрочности основанія опоръ былъ перестроенъ въ началѣ преторіемъ *Aemilius Lepidus*, а затѣмъ императоромъ *Тиберіемъ*. Во время имперіи *Оттоновъ* онъ былъ вновь разрушенъ, послѣ чего *Antonius Pius* построилъ новый мостъ, существующій до сихъ поръ.

Мостъ *Milvius* построилъ преторій *Aemilius Scaurus* около 109 до Р. X. Онъ находится на дорогѣ въ *Flamina*, въ трехъ километрахъ выше Рима, и образованъ шестью арками, изъ которыхъ 4 главныя съ отверстиями отъ 17 до 19 метровъ; въ тимпанахъ оставлены пустоты, покрытыя малыми арками разныхъ размѣровъ (Чер. 81); въ настоящее время этотъ мостъ называется *Ponte Molle*. По оставленному *Циперономъ* описанію (около 65

до Р. X.) отверстія его сводовъ измѣнялись между 15,7 и 24,6 метровъ; у его въѣзда Константинъ въ 312 г. послѣ Р. X. одержалъ побѣду надъ Максенсомъ, вслѣдствіе чего часть его представлена на знаменитой фрескѣ въ Ватиканѣ, изображающей эту битву; фреска изготовлена Юліемъ Римскимъ (Jules Romanus) по рисунку Рафаэля. Во время частыхъ войнъ мостъ *Milvius* былъ разрушенъ; чертежъ 81 представляетъ тотъ его видъ, какой онъ имѣлъ въ среднемъ столѣтіи; теперь онъ украшенъ портиками и статуями.

Чертежъ 82 изображаетъ мостъ *Felice* близъ *Borghetto*, построенный въ царствованіе Августа (64—14 до Р. X.) на рѣкѣ Тиберъ, въ 70 километрахъ на сѣверъ отъ Рима. Онъ имѣетъ четыре арки съ отверстіями въ 18,0 и 15,6 метровъ, и по характеру похожъ на предыдущія сооруженія.

Постройка моста *Ariminium* въ *Rimini* черезъ *Marecchia* (чер. 83) начата при Августѣ, около 20 г. до Р. X., и кончена при Тиберіи въ 14 г. послѣ Р. X. Это самый древний изъ косыхъ мостовъ, сохранившихся до нашего времени; такъ какъ онъ отклоняется отъ прямого только на 13 градусовъ то кладка сводовъ могла быть исполнена обыкновеннымъ образомъ.

Мостъ образованъ пятью арками, изъ которыхъ обѣ крайнія имѣютъ отверстія по 8,01 мтр., а средняя—10,56 мтр. Тимпаны украшены изящными нишами; плинтусъ поддерживается консолями и замѣчателенъ богатствомъ карниза и хорошимъ исполненіемъ. Парапеты составлены изъ плитъ необыкновенной величины; ихъ наименьшая высота 1,2 мтр. доходить въ серединѣ до 1,6 мтр., и снабжена надписью указывающею на блестящую эпоху Рима. Слишкомъ богатый антаблементъ при сравнительно небольшой высотѣ даетъ поводъ думать, что украшенія были разчитаны на движущуюся по мосту публику и что не принималось во вниманіе впечатлѣніе, какое онъ можетъ производить на болѣе значительномъ разстояніи.

Мостъ *Августа* черезъ *Nera* близъ *Nerni* (черт. 84) принадлежитъ той же великой эпохѣ, что и мостъ Римини. Онъ имѣлъ четыре полуциркульные арки разныхъ отверстій и высотъ; пролетъ наибольшей изъ нихъ превышалъ пролеты всѣхъ другихъ римскихъ мостовъ, такъ какъ онъ равнялся 34 мтр. Путь на мосту имѣлъ уклонъ около $\frac{1}{10}$, вслѣдствіе чего пята большой арки устроены на разныхъ высотахъ (такъ что въ этомъ отношеніи она походитъ на ползучую арку); отверстія прочихъ арокъ измѣняются въ предѣлахъ 15 и 20 мтр., и ихъ пята расположены выше пята главной арки. Остатки этого моста находятся въ сто

километрахъ отъ Рима по направленію къ Анкона; подъ крайней лѣвой аркой проходить желѣзная дорога, вслѣдствіе чего для защиты отъ выкрашивающихся камней эта арка вновь отстроена и для возстановленія живописнаго вида представляемаго руинами, на ней насажены вьющіяся растенія, скрывающія новую кладку отъ взора путешественниковъ. Особенное вниманіе обращаетъ на себя чрезвычайно точная притеска камней, находящихся въ остаткахъ сводовъ, а также совершенство работы, которымъ отличаются и остальные части уцѣлѣвшей кладки.

Мостъ *Triumphal* назначался для триумфальныхъ шествій и вслѣдствіе того былъ особенно художественно отдѣланъ. На черт. 85 представлено его изображеніе, заимствованное изъ сочиненія *Gauthy*. По этому мосту въѣзжали въ Римъ императоры и консулы, возвращавшіеся побѣдителями изъ войнъ съ варварами; его тогда покрывали цвѣтами, пропитанными искусственными духами, а народъ угощали кушаньями и напитками. Большое участіе принимали въ этихъ празднествахъ матери и жены побѣдителей. Остатки моста *Triumphal* были видны въ рѣкѣ Тибръ еще въ 18-мъ столѣтіи; теперь отъ него не существуетъ и слѣда.

Мостъ *Aelius* *) построилъ императоръ Адріанъ около 138 г. послѣ Р. Х. для сообщенія съ его великанскимъ мавзолеемъ, находящимся на противоположномъ берегу Тибра. Этотъ мостъ существуетъ до сихъ поръ и называется „мостъ св. Ангела“ (*St. Angelo*), а мавзолей извѣстенъ подъ названіемъ „*Chateau St. Ange*“. Мостъ *Aelius* или *St. Angelo* имѣетъ три главные арки съ отверстіями въ 18 и 18,3 мтр., двѣ меньшія по 6 мтр., и одну еще меньшую; ширина его равна 15,5 мтр. (черт. 86). Главныя арки украшены архивольтами, а тимпаны пилястрами, на которыхъ находились бронзовыя статуи уничтоженныя впоследствии вмѣстѣ съ парапетами. Нынѣшнее свое названіе мостъ получилъ отъ Ангела, котораго по преданію видѣли разъ у въѣзда; сверху онъ былъ покрытъ бронзовой крышей, расположенной на 42 колоннахъ. Папа Климентій IX приказалъ въ 1668 г. установить на пилястрахъ моста десять ангеловъ огромной величины, вытѣсанныхъ изъ бѣлаго мрамора по рисункамъ художника *Bernin*. Одну изъ береговыхъ арокъ засыпали во время устройства набережной и закрыли ее подпорной стѣнкой.

Мостъ *Janiculensis* или *Aurelianus* былъ выстроенъ изъ мрамора въ 260 г. по Р. Х., а въ 1475 г. возобновленъ папой Сикстомъ IV, отъ чего получилъ названіе *Ponte Sisto*. Онъ и теперь

* *Aelius* было прозвище Адріана.

находится въ хорошемъ состояніи (черт. 87) и имѣть 4 арки съ отверстиями отъ 17,6 до 20,8 мтр., которыя въ фасадѣ украшены архивольтами; въ среднемъ тимпанѣ устроено сквозное отверстие въ формѣ горизонтальной цилиндрической трубы.

Мостъ черезъ *Bachiglione* близъ *Vicenze* (черт. 88) образованъ тремя пологими арками, которыхъ отверстія равны 16,9 и 21,0 мтр. а отношеніе подъема къ пролету $\frac{1}{3}$. По изящности отдѣлки и тщательности исполненія онъ ничѣмъ не отличается отъ римскихъ мостовъ, несмотря на его значительное разстояніе отъ Рима, по стиль его капителей, которыми украшены ниши, указываетъ на пятое или шестое столѣтіе. Мнѣніе, что мостъ былъ построенъ не ранѣе этого времени, находить нѣкоторое подтвержденіе также въ пологости арокъ, такъ какъ въ началѣ Римляне строили только полуциркульные своды.

Въ 147 г. по Р. X. *Antoninus Pius* построилъ въ четырехъ миляхъ отъ Рима мостъ черезъ *Teveron*, имѣющій три полуциркулярныя арки со среднимъ отверстіемъ въ 19,5 мтр. и боковыми по 16,2 мтр. Мостъ перестроила въ 229 г. *Mamme*, мать *Alexandra Severus*, отъ которой онъ получилъ свое нынѣшнее названіе. Путь на мосту поднимается къ серединѣ съ обѣихъ сторонъ; въ тимпанахъ находятся круглыя пустоты.

Многіе изъ построенныхъ Римлянами въ Галліи мостовъ были разрушены варварами, но четыре изъ нихъ существовали до недавна и существуютъ отчасти до сихъ поръ. Изъ нихъ мостъ *Julien* черезъ *Coulon* близъ *Apt* (чер. 89) (*Vaucluse*) былъ построенъ по всей вѣроятности въ царствованіе Юлія Цезаря; онъ образованъ тремя арками, изъ которыхъ средняя имѣть отверстіе 16 мтр., а боковыя по 10,2 мтр. Мостъ выстроенъ изъ большихъ каменныхъ блоковъ, чрезвычайно точно другъ къ другу притесанныхъ, и уложенныхъ безъ употребленія раствора на сухо. Въ тимпанахъ находятся сквозныя отверстія, перекрытыя арками.

Мостъ *Sommières* черезъ *Virdoule* (чер. 90) въ департаментѣ *Gard* состоитъ изъ восьми арокъ, съ отверстиями по 9,8 мтр.; тимпаны имѣютъ такоежъ устройство, какъ въ мостѣ *Julien*.

Мостъ *Flavien* черезъ *Touloubre* (чер. 91) близъ *St. Chamas* (*Bouches du Rhone*) состоитъ изъ одной арки съ отверстіемъ 12 мтр.; на обоихъ концахъ его находятся триумфальныя арки, хорошо сохранившіяся до настоящаго времени.

Мостъ *de Saintes* на р. *Charente* (чер. 92) имѣлъ въ серединѣ очень толстую опору, которая дѣлила его на двѣ части; на этой опорѣ находилась триумфальная арка, сооруженная Германикусу. Одна изъ обѣихъ частей, имѣвшая шесть отверстій, была раз-

рушена въ 17-мъ вѣкѣ высокими водами, а другая о четырехъ аркахъ (чер. 90) существовала до недавна, и была разобрана въ послѣднее время, такъ какъ слишкомъ стѣсняла отверстіе рѣки. Триумфальная арка сохранена какъ историческій памятникъ, и отстроена вблизи моста въ прежнемъ видѣ.

Иверскій полуостровъ, вслѣдствіе его большого разстоянія отъ Рима, былъ покоренъ варварскими племенами тогда, когда ихъ нравы отъ вліянія побѣжденных ими культурныхъ народовъ, потеряли значительную долю первоначальной жестокости. Въ это время они относились къ построеннымъ Римлянами сооруженіямъ уже съ нѣкоторымъ уваженіемъ, и ихъ прежнія опустошительныя дѣйствія мало коснулись этой страны. Вслѣдствіе того на Иверскомъ полуостровѣ сохранилось больше римскихъ сооружений, чѣмъ во всѣхъ почти другихъ странахъ.

Мостъ въ *Alcantara* черезъ *Tage* построенъ въ 98 г., по распоряженію императора Траяна, изъ огромныхъ блоковъ тесоваго камня безъ употребленія раствора (чер. 93); въ его серединѣ находится изящная триумфальная арка, реставрированная Карломъ V въ 1543 г. Мостъ образованъ шестью арками съ отверстіями отъ 28 до 30 мтр.; высота полотна надъ дномъ рѣки достигаетъ 60 мтр., а надъ горизонтомъ воды—48 мтр.

Образованный 16 арками мостъ *Cordoue* черезъ *Guadalquivir* построенъ первоначально Римлянами, но затѣмъ значительная часть его была разрушена варварами, послѣ чего его вновь отстроили Мавры, воспользовавшись при томъ уцѣлѣвшими арками. Мостъ представляетъ вслѣдствіе того смѣсь римскаго стила съ арабскимъ, такъ какъ римскія арки и верхніе карнизы возобновлены ими въ прежнемъ видѣ, а новыя части получили мавританскій характеръ.

Существующій до сихъ поръ мостъ въ *Salamanque* черезъ *Torres* (чер. 94) имѣетъ 27 арокъ съ отверстіями около 11 метровъ, а мостъ *Merida* черезъ *Guadiana* образованъ 64 арками, и вся длина его равняется 780 мтр.

Въ *Merida*, кромѣ упомянутаго выше моста, существуютъ два римскихъ аквадука, изъ которыхъ одинъ, имѣющій на протяженіи 6 километровъ 140 арокъ, употребляется и теперь для водоснабженія города. Отъ второго віадукъ уцѣлѣла только небольшая часть, изображенная на чер. 95. Его высота=25 мтр., дѣлится скрѣпляющими арками на три равныя части, имѣющія видъ этажей, образованных сводами, расположенными на трехъ разныхъ высотахъ.

Аквадукъ *Segovic* построенъ около 98 г. изъ большихъ кус-

ковъ тесоваго камня безъ употребленія раствора (чер. 96). Вся длина акведука достигаетъ 1600 мтр., изъ которыхъ около 780 мтр., образованы сплошными опорами, а 818 мтр. арками, устроеннымъ на протяженіи 542 мтр. въ одинъ рядъ; остальная часть, длиною 276 мтр., имѣетъ два этажа. Число арочныхъ отверстій равняется 118; внизу ихъ пролетъ равенъ 5,5 а сверху 6 мтр. Стѣнки опоръ вертикальны, но ихъ толщина снизу вверхъ уменьшается посредствомъ украшенныхъ карнизами обрѣзовъ. Высота аквадука достигаетъ 34 мтр.; часть его находится въ самомъ городѣ.

Нѣкоторые авторы приписывали ошибочно Траяну постройку *акведука въ Лиссабонѣ*, котораго высота значительно превышаетъ высоту акведука Segovie. Траянъ дѣйствительно имѣлъ намѣреніе построить этотъ акведукъ; онъ приказалъ произвести изысканія источниковъ и приступить къ работамъ. Но смерть помѣшала ему докончить начатое дѣло, которое затѣмъ совѣтъ было оставлено, и постройка Лиссабонскаго акведука была исполнена только въ послѣднемъ столѣтіи.

Построенный Римлянами *акведукъ въ Tarragona* (ч. 97) имѣетъ два этажа изъ которыхъ нижній образованъ 11-ю, а верхній 25 арками. Отверстія арокъ въ обоихъ этажахъ одинаковы и равны 6,3 мтр.

Акведукъ близъ *Volci* на р. *Fiora* построенъ такимъ образомъ, что по нему происходитъ движеніе обыкновенныхъ повозокъ. Онъ имѣетъ три арочныхъ отверстія, и былъ построенъ въ концѣ 4-го столѣтія. Къ тому же времени относятся сооруженіе моста близъ *Civita Castellana*, имѣющаго 7 арокъ съ отверстіями 26,6 мтр., и двѣ крайнія по 19,5 мтр. Оба эти сооруженія существуютъ до сихъ поръ въ хорошемъ состояніи.

Римляне строили мосты и акведуки не только въ Европѣ и Азіи, но также въ *Африкѣ* гдѣ и теперь можно видѣть ихъ слѣды и остатки въ разныхъ мѣстахъ. Нѣкоторые изъ римскихъ акведуковъ, какъ напр. въ *Картагенѣ* въ послѣднее время исправлены, и употребляются вновь для водоснабженія.

Какое высокое значеніе придавали Римляне мостамъ можно узнать изъ того, что ихъ постройка и содержаніе считались дѣломъ благочестивымъ. Для высшаго надзора за ними была основана духовная коллегія „pontifices“ (дѣлатели мостовъ), которая занимала самое высокое положеніе въ духовной іерархіи. Государственный глава духовенства получилъ названіе: „pontifex maximus“, и этотъ титулъ носить официально и въ настоящее время верховный глава римско-католической церкви.

Технический характер построенных Римлянами мостовъ.

Сооруженія Римлянъ, которыя не смотря на многочисленныя опустошительныя нашествія варваровъ сохранились въ многихъ мѣстахъ до сихъ поръ, свидѣтельствуютъ о громадномъ развитіи общественныхъ построекъ въ Римской имперіи и большомъ искусствѣ и вкусѣ римскихъ строителей, имѣвшихъ въ своемъ распоряженіи только самыя простыя и почти первобытныя орудія и машины. Хотя способы выемки грунта въ глубокой водѣ имъ были неизвѣстны, они тѣмъ не менѣе строили въ ней мостовыя опоры, выдерживавшія столѣтія напоры высокихъ водъ и ледоходовъ, и не поддававшіяся никакимъ подмывамъ. Чтобы уменьшить давленіе при слабомъ грунтѣ они увеличивали часто въ довольно значительной степени ширину основанія; для нетяжелыхъ сооружений фундаментъ изготовляли обыкновенно изъ небольшихъ кусковъ бутоваго камня, соединенныхъ между собою растворомъ высокаго качества, въ которомъ для лучшей связи помѣшали на разныхъ высотахъ ряды изъ кирпича или плитъ, расположенные по направленію наибольшихъ усилій. Для большихъ сооружений употребляли въ большинствѣ случаевъ каменные блоки значительныхъ размѣровъ, ничѣмъ между собою несоединенные, но притесанные такъ тщательно другъ къ другу, что нерѣдко трудно отыскать ихъ швы.

Римлянамъ были хорошо извѣстны способы укрѣпленія слабого грунта, и они часто ими пользовались. Витрувій даетъ для устройства основаній слѣдующія правила: Когда мѣсто фундамента свободно отъ воды, то нужно вынуть не только весь мягкій, но и часть крѣпкаго грунта, смотря по грузности сооруженія, и выложить яму очень крѣпкой кладкой. Но если прочный грунтъ не можетъ быть достигнутъ, и составъ его рыхлый—*congestituis*,—или болотистый, то изготовивъ соотвѣтственную выемку, нужно забить въ него обугленные сваи изъ ольхи, дуба или оливковаго дерева, заполнить пространство между ними углемъ, устроить на нихъ сплошной растреркъ изъ шпалъ и выложить остальную часть ямы кладкой.

Для основаній подъ водою нужно, по Витрувію, взять порошокъ изъ окрестности, находящейся между Сумае и Минервинымъ мысомъ и смѣшать его съ растворомъ въ отношеніи къ послѣднему 2:1; затѣмъ на требуемомъ мѣстѣ опустить въ воду плотные ящики, которые должны быть заключены между дубовыми сваями, связанными между собою поперечинами, выровнять хоро-

шо подъ водою нижній грунтъ внутри ящика, и сыпать на него изъ корытъ названную выше смѣсь вмѣстѣ съ бутовымъ камнемъ до тѣхъ поръ, пока весь ящикъ не будетъ ею заполненъ. Но такъ какъ упомянутый порошокъ (*pulvis Putelolanus*) составляетъ особый даръ природы только названной страны, то въ мѣстностяхъ, гдѣ его нѣтъ, слѣдуетъ дѣйствовать слѣдующимъ образомъ: На мѣстѣ фундамента надо погрузить двойной ящикъ—*arco*—и укрѣпить его между сваями и поперечинами, между двойными стѣнками утрамбовать плотно мѣшки—*erones*—наполненные мѣломъ, и установить въ немъ архимедовъ винтъ—*cochlea*, съ топчакомъ—*rota*—а также черпательныя колеса—*tympanum*,—вычерпать воду, и затѣмъ въ освобожденномъ отъ воды пространствѣ вынуть мягкій грунтъ. Если онъ землистый, то выемку нужно продолжать до крѣпкаго грунта, и заполнить ее кладкой изъ бута извести и песка; толщина этой кладки должна быть увеличена сравнительно съ толщиной опоры. Но когда грунтъ мягкій, то необходимо вбить въ него ольховыя, дубовыя или оливковыя сваи, и заполнить пустоты углемъ. На сваяхъ должна быть возведена кладка изъ очень большихъ блоковъ тесовыхъ камней, при чемъ каждый нижній камень надо перекрыть двумя верхними, чтобы нигдѣ не было сквозныхъ швовъ. Пространство между стѣнками нужно затѣмъ заполнить смолистой массой—*ruderatio*,—или выложить кладкой.

Римляне отдавали предпочтеніе полуциркульнымъ сводамъ и только въ исключительныхъ случаяхъ замѣняли ихъ слегка полугими, въ которыхъ отношеніе отверстія къ подъему немного превышало 2. Въ щековыхъ стѣнахъ кладку свода они украшали архивольтами, выгодно отдѣлявшими ее отъ простой кладки, и для прочихъ частей сооруженія часто не скупились украшеніями, формы и пропорціи которыхъ удовлетворяютъ самымъ изысканнымъ требованіямъ и свидѣлствуютъ о высокомъ развитіи вкуса у ихъ строителей. Стиль сооруженія вездѣ соответствуетъ матеріалу, размѣрамъ и назначенію его, и находится въ совершенной гармоніи съ окрестностью, въ которой оно построено. Изъ римскихъ мостовъ и акведуковъ можно почерпнуть указанія, какимъ образомъ помощію весьма простыхъ, но хорошо обдуманныхъ и талантливо составленныхъ украшеній можно и небольшимъ сооруженіямъ придать изящный и даже монументальный видъ.

Профили римскихъ карнизовъ и архивольтъ служатъ и теперь образцами для лучшихъ строителей. Заимствованія у Римлянъ формъ и пропорцій, и выработанныхъ ими правилъ изящнаго, выраженныхъ въ ихъ лучшихъ сооруженіяхъ, представляетъ наиболѣе вѣрное средство противъ распространенія уродливыхъ и

ничѣмъ не мотивированныхъ орнаментацій, вызванныхъ часто неправильно понятымъ стремленіемъ къ самобытности и дурнымъ вкусомъ. Архитектура, какого бы рода она ни была, есть искусство общее всему міру, и всему міру одинаково принадлежащее: она не можетъ быть разной для разныхъ странъ „We have one humanity, one building science, one building art“. *) (Имѣемъ одно человѣчество, одну строительную науку, одно строительное искусство).

Мосты среднихъ вѣковъ.

Во время нашествія Галловъ, Вандаловъ, Гунновъ и другихъ варварскихъ племенъ, сопровождавшихся убійствомъ, грабежемъ и опустошеніемъ (въ 5-мъ столѣтіи), многіе мосты и акведуки были разрушены. Паденіе Западной Римской Имперіи въ 486 г. нанесло послѣдній ударъ искусствамъ на западъ, отъ котораго онъ не могъ очнуться въ теченіе нѣсколькихъ столѣтій, но на востокъ, котораго эти нашествія не коснулись, общественныя работы продолжались и послѣ римской катастрофы. Два изъ построенныхъ въ царствованіе Юстиніана (527—569) сооруженій: акведукъ въ Бургасѣ и мостъ черезъ *Sangarius* уцѣлѣли до сихъ поръ.

Въ 14 километрахъ отъ Константинополя находятся три римскихъ акведука, проводящіе воду въ городъ *Бургасъ* и въ настоящее время. Наболѣе замѣчательный изъ нихъ имѣетъ длину 240 мтр., а высота его превышаетъ 33 мтр. (черт. 98); своды, отверстія которыхъ достигаютъ 17 мтр., устроены въ средней, наболѣе высокой части, въ два этажа; форма ихъ стрѣльчатая. Опоры на высотѣ пяти нижняго этажа раздѣлены отверстіями, перекрытыми полуциркульными арками, на двѣ части, скрѣпленныя съ обѣихъ сторонъ контрфорсами. Этотъ акведукъ носитъ названіе города Бургасъ; онъ имѣетъ сложный, и вслѣдствіе нагроможденія матеріала, довольно тяжелый видъ.

Мостъ черезъ *Sangarius* (черт. 99) находится въ Азіатской Турціи близъ города *Брусса*. Онъ имѣетъ семь пологихъ арокъ, которыхъ отверстія равны 22 мтр., а отношеніе подъема къ пролету 13,3. У вѣздовъ на мостъ находятся четыре малыя арки; на одномъ изъ нихъ были устроены для защиты отъ враждебныхъ нашествій ворота, а на другомъ—укрѣпленіе, которое въ мирное время служило часовней. Своды изготовлены изъ тщательно обтесаннаго камня безъ употребленія раствора и украшены снаружи архивольтами; остальная кладка состоитъ изъ бутоваго камня,

*) Fergusson: History of the modern styles. p. 36.

связаннаго крѣпкимъ растворомъ. Опоры съ верховой стороны оканчиваются острымъ ребромъ, образующимъ ледорѣзъ, а съ низовой онѣ округлены.

Акведукъ въ *Spoleto* въ средней Италіи построилъ по Gauthey, король Θεодорихъ Остроготскій (около 500 г.); его длина=247 мтр., а высота надъ горизонтомъ ручья *Mareggia* превышаетъ 135 мтр. Акведукъ образованъ десятью стрѣльчатыми (готическими) арками, которыхъ отверстія 21,44 мтр; проводъ расположенъ на 30 готическихъ аркадахъ, устроенныхъ съ низовой стороны (черт. 100). Толщина опоръ равняется 3,57 мтр.; ихъ высота достигаетъ 100 мтр. а ширина акведука 13 мтр. Такъ какъ все сооруженіе построено изъ очень твердаго камня, то оно почти цѣликомъ сохранилось до сихъ поръ *).

Въ Франціи было построено въ среднемъ столѣтіи довольно большое число каменныхъ мостовъ, замѣчательныхъ величинами отверстій и легкостью конструкціи. Старѣйшимъ изъ нихъ считается мостъ *d'Espalion* черезъ *Lot*, сооруженіе котораго относиться къ 780 г. Онъ состоитъ изъ четырехъ стрѣльчатыхъ арокъ съ отверстіями отъ 8,5 до 15,2 мтр., (черт. 101) украшенныхъ архивольтами, поддерживающими въ вершинѣ взвѣшенный парапетъ. Профиль наличниковъ (архивольта) и парапета представленъ на черт. 101а, изображающемъ разрѣзъ свода въ вершинѣ. Все сооруженіе выстроено изъ краснаго песчаника, за исключеніемъ парапета по всей вѣроятности добавленнаго въ болѣе позднее время, образованнаго известняковыми плитами.

По разнымъ древнимъ лѣтописямъ мостъ построенъ по приказанію Карла Великаго послѣ его возвращенія изъ Испаніи, для сообщенія съ основаннымъ имъ новымъ городомъ, которому онъ далъ названіе *Espalion*. Сомнѣніе, возбуждаемое стрѣльчатыми сводами относительно времени его сооруженія устраняется тѣмъ,

*) Если бы эти данныя, заимствованныя нами изъ сочиненія Gauthey, были вѣрны, то акведукъ Сполето представлялъ бы сооруженіе, которое своей высотой и легкостью превышало бы значительно всѣ подобныя сооруженія тогдашняго времени. Croyzette-Desnoyers даетъ на основаніи источниковъ, которые однако имъ не названы, другое описаніе этого акведука, по которому онъ былъ построенъ не Θεодорихомъ въ 5-мъ столѣтіи, но городомъ *Spolete* въ 13-мъ вѣкѣ. По его даннымъ высота акведука, котораго изображеніе, воспроизведенное по снятой въ натурѣ фотографіи, дано на черт. 100а, не превышаетъ 77 мтр., и видъ его весьма тяжелый, такъ какъ величина отверстій не достигаетъ 10 мтр., а толщина опоръ только немного меньше 12 мтр. Кладка исполнена крайне грубо и небрежно, такъ что не смотря на чрезвычайную толщину опоръ оказалось нужнымъ укрѣпить ихъ на половинѣ высоты арочными контрфорсами.

что эта форма употреблялась значительно раньше не только на востоке, какъ о томъ свидѣтельствуется построенный въ 6-мъ вѣкѣ акведукъ Бургасъ, но отчасти и на западѣ (акведукъ Сполето). Своимъ распространениемъ въ Европѣ стрѣльчатая форма свода обязана по всей вѣроятности арабамъ, и главнымъ образомъ посольству халифа Гарунъ аль Рашидъ (Правосудный) (786—809).

Въ Англіи первый каменный мостъ со сводами былъ построенъ около 860 г. близъ аббатства *Croyland* въ дистриктѣ *Фенъ*; описаніе его находится въ одной грамотѣ, составленной въ 943 г. Мостъ расположенъ на стокѣ двухъ рѣкъ; онъ имѣетъ три береговыя опоры, отъ которыхъ выходятъ три арочныхъ моста, соединяющіеся въ срединѣ, перекрывающіе три русла (черт. 102). Каждая изъ этихъ опоръ находится въ разномъ графствѣ: *Lincoln*, *Cambridge* и *Nortampton*. На югозападной опорѣ высѣчена въ камнѣ фигура, изображающая по преданію короля *Ethelbald*, но простонародіемъ прозванная Олливиеръ Кромвелль. Такъ какъ никакой нѣтъ вѣроятности, чтобы по этому мѣсту когда нибудь проходила дорога то неизвѣстно, для какой цѣли мостъ былъ построенъ; онъ сохранился до сихъ поръ, и стиль его соответствуетъ не девятому но четырнадцатому вѣку, изъ чего можно заключить, что онъ уцѣлѣлъ не въ первоначальномъ видѣ, но былъ перестроенъ въ болѣе позднее время, о чемъ однако въ лѣтописяхъ нигдѣ не упоминается.

Въ 997 г. построенъ въ *Alcantara* въ Испаніи мостъ черезъ р. *Tage* (черт. 103), котораго одно отверстіе равно 28,3 мтр. а пролеты другихъ не превышаютъ 16 мтр. Арки, которыми перекрыты отверстія, имѣютъ полукруглую форму и украшены архивольтами, но по исполненію кладка уступаетъ римскому сооруженію, находящемуся въ небольшомъ разстояніи отъ моста (стр. 63). На одномъ концѣ его находится башня, принадлежащая по стилю арабамъ.

Замѣчательный каменный мостъ построенъ въ концѣ 10 вѣка (т. е. около 1000 г.) близъ *Lucca* въ Италіи черезъ *Serchio* (черт. 104). Онъ состоитъ изъ большой полуциркульной арки съ отверстіемъ 36,8 мтр. и изъ малыхъ арокъ, имѣющихъ пролеты отъ 5,5 до 14,4 мтр.; высота полотна надъ горизонтомъ воды достигаетъ 21 мтр., а ширина его только 3,67 мтр. Такъ какъ опоры расположены подъ угломъ къ направленію теченія, то для облегченія протока воды ихъ отводы получили особенное устройство, представленное на черт. 104а. Благодаря превосходному раствору этотъ мостъ выдержалъ безъ вреда уже въ самомъ началѣ почти

непосредственно послѣ его открытія, напоръ высокихъ водъ, горизонтъ которыхъ превышалъ высоту пять почти на 30 футовъ; не смотря на весьма бурное теченіе рѣки Serchio онъ сохранился въ исправномъ состояніи до настоящаго времени, между тѣмъ какъ другіе находившіеся на ней мосты унесены и смыты высокими водами.—Нѣкоторые авторы приписываютъ постройку моста Serchio братьямъ мостовъ, орденъ которыхъ былъ основанъ въ Франціи только въ 12 столѣтіи, но утвержденіе, что онъ былъ сооруженъ въ концѣ 10 столѣтія, заслуживаетъ болѣе вѣроятія.

„Чортовъ мостъ“ въ *Martorelle* черезъ *Noya* въ Каледоніи (Испанія) по всей вѣроятности былъ построенъ первоначально Римлянами, но затѣмъ его перестроили арабы; Gauthey приписываетъ его сооруженіе Готамъ, а нѣкоторые другіе авторы даже Ганнибалу (около 220 до Р. X.) Его главная арка имѣетъ отверстіе 38 мтр, (черт. 105) и образована стрѣлчатой кривой, описанной изъ четырехъ центровъ; она изготовлена изъ очень тщательно притесанныхъ камней; остальная кладка моста состоитъ изъ мелкаго матеріала, и исполнена менѣе хорошо. Надъ вершиной свода находится небольшое сооруженіе, похожее на часовню. Кромѣ главной мостъ имѣетъ еще одну меньшую стрѣлчатую арку и небольшое отверстіе въ правой опорѣ, перекрытое полуциркульнымъ сводомъ. Полотно устроено въ довольно крутомъ уклонѣ, опускающемся отъ вершины главной арки къ берегамъ.

Постройка моста въ *Albi* на рѣкѣ *Tarn* была рѣшена въ 1035 г. на созванномъ виконтомъ народномъ собраніи, въ которомъ участвовали также высшіе сановники и духовенство. Къ постройкѣ было приступлено въ томъ же 1035 г. но вслѣдствіе неопытности строителей въ кладкѣ сводовъ, послѣдніе, которые первоначально были полуциркульные, оказались столь неудовлетворительными, что мостъ не могъ быть открытъ для движенія. Явилась необходимость въ перестройкѣ сводовъ, но частныя междоусобицы и войны помѣшали окончить начатое дѣло. Полагаютъ что новый мостъ былъ оконченъ не ранѣе какъ въ 12 столѣтіи; по крайней мѣрѣ первое свѣдѣніе о движеніи по нему принадлежитъ 1178 г., въ которомъ черезъ него проходили военные силы. Мостъ состоитъ изъ 7 стрѣлчатыхъ сводовъ съ отверстіями отъ 9,75 до 15 мтр. (черт. 106) и изъ двухъ полуциркульныхъ малыхъ арокъ, изъ которыхъ одна, находящаяся на правомъ берегу, замѣнила прежній подъемный мостъ. Опоры имѣютъ толщину отъ 5,5 до 6,75 мтр.; съ верховой стороны онѣ оканчиваются острымъ ребромъ, котораго двугранный уголъ равняется 41°. На нихъ на-

ходились зданія, для которыхъ въ тимпанахъ были устроены кладовыя и подвалы; эти зданія снесли только въ послѣднемъ столѣтіи. Первоначально ширина моста равнялась 4,4 мтр; въ 1820 она была увеличена посредствомъ пристройки сводовъ на выступахъ, образованныхъ ледорѣзами. Сооруженіе исполнено довольно грубо и имѣетъ тяжелый видъ.

Въ 1026 г. нѣкій графъ de Sens построилъ мостъ у стеченія рѣкъ *Сены и Йонны* (Seine et Yonne). Онъ проходитъ черезъ обѣ рѣки; его вѣзды были укрѣплены, а въ серединѣ между обѣими рѣками находилась высокая четырехугольная башня, назначенная для наблюдений за движеніемъ непріятеля.

Графъ Eudes построилъ въ 1036 г. мостъ на р. *Лоуръ въ Tours*, и желая сдѣлать его доступнымъ для всѣхъ безъ исключенія запретилъ взимать за проѣздъ по нему какого бы то ни было рода плату.

Въ *Англіи* пути сообщенія находились въ среднемъ вѣкѣ въ такомъ же жалкомъ состояніи, какъ и въ большинствѣ другихъ странъ. Вслѣдствіе отсутствія мостовъ черезъ большія рѣки переправлялись на лодкахъ и плотахъ, и такіе переѣзды рѣдко обходились безъ несчастій. Однимъ изъ самыхъ опасныхъ считался перевозъ черезъ рѣку *Lea въ Stratford*, гдѣ много путешественниковъ сѣлались жертвами быстроты теченія, и нашли въ волнахъ ея преждевременный гробъ. Когда такой опасности подверглась супруга короля Генриха I Матильда, которая почти чудомъ избѣжала смерти, то король приказалъ соединить берега рѣки мостомъ. Его построили не на самой рѣкѣ, но на развѣтвленіяхъ ея *Bow* и *Channelsea*, такъ что потребовались два моста, между которыми провели шоссе. Постройка была начата въ 1110, а окончена въ 1118 г. *Stow*, въ своемъ описаніи моста *Bow* говорить „что онъ образованъ полуциркульными сводами и представляетъ сооруженіе, невидѣнное ранѣе въ Англіи“. Для покрытія расходовъ по содержанію моста въ исправности была издана грамота, которая устанавливала взиманіе съ проѣзжавшихъ по нему мыта, съ опредѣленіемъ „что съ каждой повозки, везущей мертвого жида (for every cart carrying a dead Jew) слѣдуетъ взимать 8 пенсовъ“.

Однимъ изъ самыхъ древнихъ мостовъ въ Англіи считался несуществующій теперь мостъ черезъ *Lune въ Lancastre*. При разборкѣ его остатковъ были найдены монеты времени Канюта, по которымъ можно заключить, что постройку его слѣдуетъ отнести къ 11-му столѣтію.

„*Лондонскій мостъ*“ черезъ Темзу въ Лондонѣ находится на

томъ самомъ мѣстѣ, на которомъ Римлянами былъ устроенъ перевозъ для соединенія Лондона съ ведущей въ Dover военной дорогой, который поддерживался въ исправности и Саксонцами преемниками Римлянъ въ этой странѣ. Преданіе рассказываетъ что одинъ изъ содержателей перевоза John Overу отличался черемзѣрной скупостью и, вѣдѣствіе большого дохода, который доставлялъ ему перевозъ, сильно разбогатѣлъ. У него была дочь Мари необыкновенной красоты и очень набожная, въ которую влюбился молодой человѣкъ знатнаго происхожденія. Мари отвѣчала ему взаимностью, и уже была назначена свадьба., но неожиданное приключеніе разстроило ея счастье.

По тогдашнему обычаю въ случаѣ смерти хозяина вся прислуга должна была соблюдать строгій постъ до окончанія похоронъ, и Джону Овери пришла странная мысль воспользоваться имъ для уменьшенія расходовъ по содержанію своихъ людей. Съ этой цѣлью онъ притворился сначала больнымъ, а затѣмъ мертвымъ. Но оставшаяся безъ хозяина прислуга, вмѣсто того, чтобы поститься, начала бражничать и разносить его состояніе. Видя это, притворный мертвецъ не выдержалъ, вскочилъ изъ гроба, въ которомъ былъ уложенъ и въ саванъ началъ разгонять расходившуюся челядь. Но одинъ изъ его рабочихъ, зная, что хозяина нѣтъ въ живыхъ, подумалъ, что къ нимъ явился чертъ, схватилъ тяжелое весло и раздвоилъ имъ голову несчастнаго скряги. Мари донесла о своемъ горѣ жениху, который немедленно поскакалъ на лошади въ Лондонъ, но дорогой лошадь споткнулась и упала такъ несчастно, что сѣдокъ былъ задавленъ до смерти.

Лишившись такимъ образомъ въ одно время отца и жениха, Мари посвятила себя всецѣло богоугоднымъ дѣламъ. Она выстроила церковь, которая и теперь носить ея имя, и основала духовную коллегію съ монастырскимъ образомъ жизни, на содержаніе которой пожертвовала большую сумму. Эта коллегія, приобрѣвъ перевозъ въ свою собственность, рѣшила замѣнить его деревяннымъ мостомъ, который построила въ царствованіе Ethelried'a II (993—1016). Уильямъ овъ Мамс'бери (William of Malmesbry) въ своей исторіи Англіи говоритъ, что датскій король Swerga, (Свенъ), двигаясь съ войскомъ вверхъ по рѣкѣ, нанесъ этому мосту значительныя поврежденія, а во время послѣдовавшей затѣмъ битвы совсѣмъ его разрушилъ. Послѣ ухода непріятели мостъ былъ вновь построенъ, и въ 1016 г., когда сынъ Свена Удатнаго, Кануть Великій, передвигался съ флотомъ вверхъ по теченію, мостъ находился въ исправности. Кануть прорылъ тогда черезъ болото каналъ, довершилъ осаду города и, побѣдивъ Англосаксовъ,

соединилъ англійскую корону съ датской и норвежской. Въ 1091 г. этотъ мостъ разрушили высокія воды, въ 1097 г. его построили въ третій разъ, въ 1137 г. онъ сдѣлался жертвой пожара, но недолго послѣ этого былъ построенъ въ четвертый разъ.

Со временемъ послѣдній пришелъ въ такую ветхость, что, не смотря на частыя исправленія и укрѣпленія, движеніе по нему дѣлалось опаснымъ. Тогда въ 1176 г. коллегія поручила капеллану церкви св. Маріи (прозванной Cole Church) Петру разобрать деревянный мостъ, и на его мѣстѣ построить каменный. Чтобы можно было производить работы по устройству опоръ въ сухомъ пространствѣ, Петръ отвелъ воду въ каналъ Канута; затѣмъ устроилъ фундаментъ изъ толстыхъ свай, забитыхъ частокомъ на большую глубину, и, покрывъ сваи досчатымъ ростверкомъ, основалъ на послѣднемъ кладку быковъ, которой нижніе ряды соединялись растворомъ изъ смолы.

Постройка этого моста, котораго изображеніе представлено на черт. 107 и 107а, продолжалась 33 года и была окончена въ 1209 г. при королѣ Іоаннѣ. Послѣ окончанія онъ имѣлъ видъ тяжелой каменной массы, прорѣзанной небольшими отверстіями со сводами; огромная толщина быковъ совсѣмъ не соответствовала малымъ сравнительно пролетамъ. Мостъ имѣлъ двѣ малыя арки и девять большихъ, съ отверстіями отъ 19 до 20 мтр. образованныя по стрѣлчатымъ кривымъ, описаннымъ изъ четырехъ центровъ. Впослѣдствіи весь мостъ застроили громадными зданіями, въ шесть этажей и болѣе, съ торговыми помѣщеніями; въ серединѣ находилась церковь, въ которой былъ похороненъ строитель Петръ, умершій за три года до его окончанія. Одно отверстіе поднималось для пропуска судовъ.

Толстыя опоры сѣзили сѣченіе такъ значительно, что у моста образовались пороги, высота которыхъ во время проливовъ достигала 1,5 мтр., и скорость воды подъ мостомъ чрезвычайно увеличилась, чѣмъ воспользовались въ 1582 г. для приведенія въ движеніе колесъ, посредствомъ которыхъ накачивали воду въ городъ. Представляемая водоворотами опасность и полная невозможность спасенія попавшихъ въ нихъ были причиной его частаго посѣщенія самоубійцами; не проходило почти дня, чтобы какой нибудь изъ неудачниковъ и другихъ жизни недовольныхъ, не бросился съ моста въ воду. Это дало начало вошедшей въ пословицу поговорки, что „Лондонскій мостъ построенъ для того, чтобы умные ходили вверху, а дураки внизу (London bridge was built for wise men to go over, and fools to go under)“.

Въ исторіи нигдѣ не упоминается чтобы строитель этого моста Петръ занимался ранѣе строительнымъ дѣломъ. Это былъ по всей вѣроятности дилеттантъ, изучившій строительное искусство по сочиненіямъ римскихъ или арабскихъ писателей, не имѣвшій никакого опыта и не отличавшійся практическимъ умомъ. Сѣуживая ширину рѣки почти вдвое онъ не позаботился о сохраненіи необходимаго свободнаго отверстія для пропуска воды; ему вѣроятно не было извѣстно большинство подобныхъ римскихъ сооружений, которыя хотя въ толщинѣ опоры тоже обыкновенно не безупречны, но имѣли на большихъ рѣкахъ отверстія удивительной величины. Стрѣльчатая форма сводовъ и небольшая величина отверстій Лондонскаго моста наводятъ на мысль, что Петръ ознакомился со строительнымъ дѣломъ у Арабовъ, которыхъ своды были обыкновенно образованы по стрѣльчатымъ кривымъ, описаннымъ изъ четырехъ центровъ.

Сооруженіе страдало всѣми послѣдствіями неумѣлости и неопытности строителя; мостъ часто повреждался подмывами, и дѣйствіе высокихъ водъ нерѣдко распространялось на зданія, которыя къ тому истреблялись пожарами. Содержаніе его требовало огромныхъ расходовъ, и поглощало почти весь, доставляемый имъ очень большой доходъ. Не смотря на всѣ эти недостатки, не мало тормозившіе правильное движеніе по мосту, къ сломкѣ его рѣшились вслѣдствіе связанныхъ съ нимъ историческихъ воспоминаній, только въ 1821 г., и въ 1824 г. приступили къ постройкѣ новаго моста по проекту, составленному знаменитымъ инженеромъ Реніе. По причинѣ смерти послѣдняго руководство работами было поручено его сыну, который окончилъ постройку въ 1831 г. Новый Лондонскій мостъ (черт. 107 в и с) имѣетъ пять коробовыхъ арокъ съ пологостію около $\frac{1}{3}$, которыхъ отверстія измѣняются отъ 40 до 46 мтр.; (наибольшую величину въ 46 мтр. имѣетъ среднее отверстие); его ширина равна 33 мтр. Мостъ отличается правильностью формъ и видъ его весьма красивъ.

Распространенію мостовъ въ 12-мъ вѣкѣ значительно содѣйствовалъ основанный св. Бенезетъ духовный орденъ „Братья Моста“. „Малый Беноа“ былъ въ дѣтствѣ пастухомъ. Въ возрастѣ около 12 лѣтъ ему часто являлась въ снѣ св. Дѣва, приказывала оставить стадо и построить мостъ въ Авиньонѣ. Онъ повиновался этимъ внушеніямъ и поступилъ въ монастырь, въ которомъ принялъ имя Бенезетъ. Эту исторію повторяютъ буллы папъ Иннокентія IV, Климента V, Бонифация VIII и Іоанна XXII.

Въ это время во Франціи царствовала полная анархія. Вслѣдствіе неоднократнаго перехода власти отъ одной линіи къ другой

образовалось много враждующихъ между собою партій, и каждая изъ нихъ стремилась добиться первенства посредствомъ уничтоженія своихъ противниковъ. Терроризмъ и насилие вытѣснили всякое проявленіе свободной воли; грабежи и разбои сдѣлались обычнымъ явленіемъ, и путешествіе по дорогамъ было невозможно безъ сильного конвоя. Тогда по иниціативѣ Бенезета лучшіе изъ гражданъ составили религіозное общество, которое назвали „Frères du Pont“ (Братья моста), такъ какъ главная цѣль его состояла въ постройкѣ мостовъ и перевозовъ, а также гостинницъ, въ которыхъ путешествующіе могли бы находить пристанище, безопасное отъ разбойническихъ нападеній.

Общество открыло свои дѣйствія въ Durance, мѣстности тогда наиболѣе опасной, получившей вслѣдствіе того названіе Maupas. Епископъ города Cavaillon, которому была подвластна Durance, а также епископъ города Авиньонъ отнесли къ новымъ Братьямъ весьма сочувственно и изъявили готовность помогать имъ въ достиженіи ихъ благихъ цѣлей. Приобрѣвъ въ самомъ началѣ такую сильную поддержку „Братья Моста“ уже въ первое время своего существованія могли проявить столь энергическую дѣятельность, что вскорѣ мѣстность Maupas была переименована въ Bonpas.

Къ постройкѣ мостовъ новое Общество приступило почти сейчасъ послѣ его основанія около 1100 г., но его первое сооруженіе, мостъ въ Bonpas, по отсутствію опытности потерпѣло неудачу. Вслѣдствіе большого суженія ширины рѣки толстыми опорами и неудовлетворительнаго устройства фундамента онъ послѣ непродолжительнаго существованія былъ снесенъ высокими водами.

13-го Сентября 1176 г. св. Бенезетъ прибылъ изъ Bonpas въ соборъ города Авиньонъ, какъ разъ въ то время, когда епископъ увѣщевалъ проповѣдью обуянный суевѣрнымъ страхомъ народъ по причинѣ предстоявшаго затмѣнія солнца. По окончаніи проповѣди Бенезетъ заявилъ громко въ церкви, что пришелъ строить для города мостъ. Это заявленіе народъ принялъ съ восторгомъ, но городское управленіе считало Бенезета пришлецомъ, и отнеслось къ нему съ презрѣніемъ. „Городскіе мудрецы“ всячески старались воспрепятствовать ему исполнить его намѣреніе; при своемъ невѣжествѣ они не считали постройку моста на такой рѣкѣ какъ Rhone возможной, и не хотѣли допустить чтобы кто нибудь другой могъ сдѣлать то, что ихъ уму было недоступно. Но постройка мостовъ считалась тогда дѣломъ богоугоднымъ и святымъ и населеніе Авиньона, для котораго отсутствіе удобнаго сообщенія черезъ Rhone было крайне чувствительнымъ, не обратило на

миѣніе своихъ представителей нималѣйшаго вниманія, а изъявило готовность содѣйствовать Бенезету деньгами и рабочими для со-
вершенія задуманнаго имъ дѣла. Ободренный этимъ сочувствіемъ
св. Бенезетъ, не смотря на всѣ противодѣйствія городекихъ пра-
вителей, приступилъ немедленно къ постройкѣ моста, но смерть
не дала ему довести ее до конца. Онъ скончался черезъ четыре
года послѣ начатія работъ, и постройку продолжали „Братья мо-
ста“, переведенные имъ для этой цѣли ранѣе въ Авиньонъ, для
которыхъ онъ построилъ въ городѣ особое зданіе, и далъ имъ
названіе „Братья Авиньона“. Они окончили сооруженіе въ 1187 г.,
но движеніе по мосту было открыто уже въ 1185 г., и съ этого
времени взимали съ проѣзжающихъ по нему мыто. На третьей
опорѣ со стороны Авиньона св. Бенезетъ выстроилъ часовню въ
честь св. Николая, какъ покровителя путешествующихъ, въ кото-
рую въ 1822 г. были перенесены его мощи.

Авиньонскій мостъ имѣлъ 18 арокъ; наибольшее отверстіе со-
держало 33 мтр., а высота—14 мтр.; его длина достигала 600 мтр.
Своды состояли изъ отдѣльныхъ, независимыхъ между собою
арокъ изъ тесоваго камня (черт. 108), толщина которыхъ въ вер-
шинѣ не превышала 73 сантимтр. Каждый сводъ былъ образо-
ванъ четырьмя пологими арками, приближавшимися по виду къ
эллиптическимъ; изъ нихъ обѣ среднія были связаны между со-
бою каждымъ седмымъ или восьмымъ камнемъ, но крайнія нахо-
дились безъ соединенія со средними. Ось моста имѣла въ планѣ
ломанный водъ, вѣроятно по той причинѣ, что при устройствѣ
основаній для опоръ искали прочнаго грунта, и располагали опору
тамъ, гдѣ его находили. Для уменьшенія вѣса кладки въ тимпа-
нахъ были оставлены сквозныя пустоты, перекрытыя арками.

Вызванный черезмѣрнымъ властолюбіемъ римскихъ папъ пер-
ковный расколъ имѣлъ для этого моста печальныя послѣдствія.
Избравшій своимъ мѣстопробываніемъ Авиньонъ Бонифаций IX
велѣлъ въ 1385 г. разобрать нѣсколько сводовъ моста, чтобы обе-
зопасить себя отъ внезапныхъ враждебныхъ нападеній, а въ
1401 г. жители этого города, въ цѣли освобожденія его отъ ка-
талонскаго гарнизона, содержимаго Венедиктомъ XIII, взорвали
миной башню, защищавшую въѣздъ на мостъ. Въ 1602 г. вслѣд-
ствіе поврежденія одной арки, которую не исправили во время,
обрушились три другія. Въ 1670 г. рѣка Rhone замерзла такъ
сильно, что по льду двигались экипажи; по наступленіи теплой
погоды огромный напоръ льда разрушилъ нѣсколько новыхъ арокъ.
Въ настоящее время существуютъ четыре арки, охраняемыя какъ
древній памятникъ; на одномъ изъ быковъ уцѣлѣла часовня св.

Николая съ мощами св. Бенезета. Отъ Villeneuve къ нему ведетъ наклонная плоскость, которой подъемъ равняется 33% ; со стороны Авиньона вѣздъ былъ ровный. Ширина моста между парапетами не превышаетъ 4 мтр. Нижняя часть быковъ, до горизонта высокихъ водъ, сложена изъ тесоваго камня, а остальная часть—изъ мелкаго постелистаго бута.

Дунайскій мостъ въ *Regensburg* построенъ въ 1135 г. при герцогѣ Генрихѣ Гордомъ въ Баваріи. Онъ имѣетъ 15 полуциркульныхъ арокъ (черт. 109) съ отверстіями отъ 10 до 16 мтр.; вся длина его 303 мтр., а ширина 6,5 мтр. Быки основаны на сваяхъ, пространства между которыми, по Gauthey, заполнены кладкой. Проѣзжая часть вымощена тесовымъ камнемъ; парапеты изготовлены изъ каменныхъ плитъ, соединенныхъ залитыми свинцомъ скобами. Вслѣдствіе слишкомъ большой толщины быковъ мостъ имѣетъ тяжеловатый видъ.

Построенный въ 1113 г. Георгіемъ Антиохійскимъ мостъ черезъ *Oreto* близъ *Палермо* состоитъ изъ пяти стрѣльчатыхъ арокъ (черт. 110) которыхъ отверстія, возрастающія къ серединѣ отъ 5,6 до 9,3 мтр., раздѣлены между собою малыми арками отъ 1,25 до 2,21 мтр. Расходъ ручья *Oreto* весьма небольшой, но режимъ его очень бурный; для пропуска обыкновенныхъ водъ назначено только одно отверстіе со стороны Палермо, имѣющее пролетъ 3 мтр., а всѣ остальные отверстія разчитаны на однѣ высокія воды. Полотно поднимается на мосту довольно круто; такое устройство въ прежнія времена, когда ѣздили только верхомъ, не имѣло особыхъ неудобствъ, но теперь оно представляетъ проѣзду черезъ мостъ столь большія затрудненія что движеніе повозокъ происходитъ обыкновенно не много ниже моста прямо по естественной поверхности. Кладка моста исполнена съ большой тщательностью, и размѣры его выбраны вполне удачно. На черт. 110а и 110б представлена часть этого сооруженія и его поперечное сѣченіе въ увеличенномъ масштабѣ, изъ котораго видно что вся ширина его, включая парапеты, равняется 7,55 мтр.

Мостъ *Petit Pont* черезъ *Сену* въ Парижѣ былъ построенъ первоначально въ 1174 г., а затѣмъ послѣ трехкратнаго разрушенія высокими водами его вновь выстроили въ 1409 г. Последняя постройка была исполнена столь цѣлесообразно, что возобновленіе ея оказалось нужнымъ только недавно, по прошествіи болѣе четырехъ столѣтій. Весь мостъ былъ застроенъ двумя непрерывными рядами зданій, занятыми торговыми помѣщеніями, которыя снимались охотно вслѣдствіе большаго движенія по образованной

ими надводной улицѣ. Въ своемъ нынѣшнемъ видѣ мостъ состоятъ изъ одной арки, которой отверстіе равно 31 мтр.

Мостъ въ *Carcassonne* черезъ р. *Aude* (черт. 111) построенъ въ 1180 г. Онъ имѣетъ 11 почти полуциркульныхъ арокъ, которыхъ отверстія измѣняются отъ 11,4 до 14,05 мтр.; ихъ пяты въ настоящее время погружены въ наносномъ грунтѣ. Полотно на пяти среднихъ аркахъ горизонтально, а къ берегамъ понижается довольно круто; его ширина около 6 мтр. Передніе и задніе отводы быковъ имѣютъ трехъугольную форму; парапеты расположены на выступающихъ впередъ выпускахъ, образующихъ рядъ модильоновъ, служащихъ украшеніемъ сооруженія. На черт. 111а представленъ въ увеличенномъ масштабѣ поперечный разрѣзъ этого моста.

Мостъ въ *Bezières* построенъ въ тоже время что и мостъ въ *Carcassonne*, и имѣетъ подобное съ послѣднимъ устройство, но въ опорахъ оставлены пустоты, перекрытыя арками, и отводы окончены на высотѣ пяти этихъ арокъ.

Мостъ на *Эльбѣ* въ *Дрезденѣ* (черт. 112) имѣлъ 24 отверстія съ пролетами отъ 12 до 19 мтр., перекрытыми отчасти полуциркульными, а отчасти лучковыми сводами. Шесть отверстій его были задѣланы во время расширенія укрѣпленій города, такъ что въ настоящее время мостъ имѣетъ только 16 пролетовъ. Вся длина его равнялась 441 мтр.; ширина проѣзжей части—7,61 мтр., а банкетовъ—1,41 мтр. Толщина нѣкоторыхъ опоръ достигаетъ величины отверстій; ихъ конструкція продолжается вверхъ до высоты полотна, гдѣ она оканчивается нишами. Видъ моста тяжелъ, но въ общемъ довольно красивъ.

Мостъ *d'Orthez* черезъ *Gave de Pau* состоялъ первоначально изъ одной стрѣльчатой арки съ отверстіемъ въ 15 мтр., упиравшейся пятами на скалистые берега. Арка была построена въ срединѣ двѣнадцатаго вѣка; на правомъ берегу она оканчивалась башней. Послѣ чрезвычайно высокихъ водъ въ 14-мъ вѣкѣ, угрожавшихъ аркѣ большой опасностью, прибавили къ ней нѣсколько малыхъ арокъ, и въ этомъ послѣднемъ видѣ мостъ сохранился до сихъ поръ (черт. 113).

Мостъ *St. Martin* черезъ *Tage* въ *Alcantara* въ Испаніи построенъ въ 1203 г. Онъ имѣетъ одну большую стрѣльчатую арку съ отверстіемъ 40,25 мтр., къ которой примыкаютъ слѣва стрѣльчатая, а справа — полуциркульные арки меньшихъ размѣровъ (черт. 114). Мостъ принадлежитъ къ лучшимъ древнимъ сооруженіямъ Испаніи.

Въ началѣ 13-го столѣтія было построено въ Франціи много мостовъ на рѣкѣ *Vienne*. Три изъ нихъ: мосты *St. Martial* и *St. Etienne* въ *Limoges*, и мостъ въ *Noblat*, въ 40 километрахъ выше первыхъ, существуютъ до сихъ поръ. На черт. 115 представленъ типъ этихъ мостовъ, изображающій мостъ *St. Martial*, имѣющій семь стрѣльчатыхъ арокъ съ отверстиями отъ 8,2 до 13,2 мтр. Высота его не сообразована съ горизонтомъ высокихъ водъ, который превышаетъ поверхность полотна, вслѣдствіе чего во время половодья движеніе по мосту дѣлается невозможнымъ. Уменьшеніемъ высоты моста сокращались значительны расходы по сооруженію, и этимъ вѣроятно объясняется недостаточная высота сводовъ какъ этого, такъ и нѣкоторыхъ другихъ мостовъ въ Франціи, построенныхъ въ среднемъ вѣкѣ. Вслѣдствіе небольшого развитія движенія въ это время произведенное высокими водами прекращеніе сообщенія не считалось тогда столь важнымъ неудобствомъ какъ въ текущемъ столѣтіи, и съ нимъ мирились изъ экономическихъ соображеній. Конструкція этого моста страдаетъ впрочемъ и въ другихъ отношеніяхъ многими недостатками. Передовые отводы его имѣютъ стрѣльчатую, а задніе прямоугольную форму; они продолжаются вверхъ до самого полотна. Во время войны Генриха II Англійскаго съ его сыновьями этотъ мостъ былъ перестроенъ, при чемъ воспользовались фундаментомъ галло-римскаго сооруженія, разрушеннаго въ 1182 г.

Въ тоже время построены сохранившіеся до сихъ поръ мосты въ *Aire* и *St. Julien* на р. *Vienne* и мостъ въ *Montmorillon* на р. *Gartempe*.

„Братья Моста“ и послѣ смерти св. Бенезета продолжали съ успѣхомъ намѣченную ихъ основателемъ дѣятельность. Занимаясь преимущественно постройкой мостовъ они съ временемъ пріобрѣли въ этомъ искусствѣ большую опытность. Особенное значеніе они придавали прочному устройству фундамента, и въ этомъ отношеніи достигли такого совершенства, что ихъ сооруженія остались невредимыми до сихъ поръ, между тѣмъ какъ большинство болѣе позднихъ сооружений, построенныхъ съ меньшимъ знаніемъ и недостаточной опытностью, не могли устоять напору льда или высокихъ водъ, а также дѣлались часто жертвами подмыва основанія. Фундаментъ они изготовляли обыкновенно такимъ образомъ, что на дно-рѣки бросали большіе камни до тѣхъ поръ пока они не выступали надъ поверхностью воды, и къ возведенію фундамента приступали только послѣ того, когда существовала увѣренность, что изготовленный такимъ образомъ каменный массивъ пріобрѣлъ прочное положеніе.

Изъ построенныхъ ими въ 13-мъ вѣкѣ мостовъ особаго вниманія заслуживаютъ мосты *Guillotière* и *St. Esprit*, оба на р. *Rhone*. Постройка моста *la Guillotière* была начата въ 1245 г. по приказанію проживавшаго тогда въ Лионѣ папы Инокентія IV. Онъ имѣетъ 18 частью полуциркулярныхъ, и частью слегка пологихъ сводовъ, отверстія которыхъ измѣняются отъ 8 до 33 мтр. (черт. 116). Длина его достигаетъ 570 мтр. и онъ снабженъ надписью, указывающею на его основателя: „Pontifex animarum fecit pontem petrarum“. Неоднообразность конструкции какъ опоръ такъ и сводовъ указываетъ на частыя и продолжительныя перерывы въ работахъ, произведенные тогдашними смутами; для обезпеченія безопасности проѣзда онъ былъ укрѣпленъ на концахъ башнями.

Въ 1265 г. „Братья Моста“ приступили къ постройкѣ моста *St. Savourien du Port* (чер. 117), называемаго нынѣ *St. Esprit*; при немъ они выстроили также гостиницу для путешественниковъ, какъ это было ими сдѣлано въ Вонпрас и Авиньонѣ. Средства на постройку этого моста, которая продолжалась 42 года, собирались во всемъ христіанскомъ мірѣ. Онъ имѣетъ 19 большихъ арокъ, которыхъ отверстія измѣняются отъ 24,4 до 33,1 мтр., и изъ 7 меньшихъ арокъ; длина его достигаетъ 820 мтр. Вслѣдствіе большой скорости теченія были необходимы особыя предосторожности при устройствѣ фундаментовъ; для этого на днѣ рѣки устроили платформу (ростверкъ) изъ очень толстыхъ перекрещивающихся брусевъ, на нихъ расположили два ряда тесовыхъ камней длиной 2 мтр. и высотой 70 сантимтр., на которыхъ устроили такой же ростверкъ какъ внизу, и уже на послѣднемъ основали кладку быковъ. Для обезпеченія отъ подмывовъ вокругъ этого фундамента устроены каменные отсыпи съ полуторнымъ откосомъ, значительно сѣсняющіе живое сѣченіе рѣки. Конструкция сводовъ такаяжъ, какъ въ мостѣ Авиньонѣ; ширина моста между парапетами равняется 4,55 мтр., а вся ширина его—5,33 мтр. Вѣроятно недовѣрія прочности моста въ началѣ грузенія повозки на него не пускали; ихъ разгружали у вѣзда на мостъ и перевозили по нему на ручныхъ тѣлѣжкахъ съ низкими колесами, взимая за это высокую плату. Но когда впослѣдствіи убѣдились, что всѣ опасенія о недостаточной прочности сооруженія были неосновательны, то открыли мостъ для всѣхъ повозокъ безъ исключенія.

Мостъ *St. Esprit* (св. Духа) существуетъ до сихъ поръ, и представляетъ весьма изящное сооруженіе. Его ось въ планѣ, какъ и ось моста Авиньонъ, не прямая но ломанная линія, обра-

ценная выпуклой стороною противъ теченія. Полагаютъ что въ данномъ случаѣ это было сдѣлано съ цѣлью увеличить сопротивленіе моста напору высокихъ водъ. Для покрытія расходовъ по содержанію король издалъ указъ, названный *Petit-Blanc*, по которому за всякій минотъ соли, провозимый по р. Rhone въ Ліонъ, взималось мыто въ нѣсколько динарій; этотъ налогъ доставлялъ въ годъ отъ 6 до 8 тысячъ лиръ дохода.

Изъ мостовъ, построенныхъ въ 13-мъ вѣкѣ въ Франціи всего лучше сохранился мостъ *Valentre* (или *de la Calendre*). Онъ состоитъ изъ 6 стрѣльчатыхъ арокъ съ отверстиями около 16,5 мтр. и изъ двухъ малыхъ арокъ у береговыхъ опоръ (черт. 118). На среднемъ быкѣ и на береговыхъ устояхъ находятся крѣпкія башни, которыхъ цѣлью было защищать мостъ отъ разбойничихъ нападений; на высотѣ пять въ опорахъ устроены небольшіе коридоры, покрытые сводиками. Быки ограничены на обоихъ концахъ треугольными отводами, которые продолжены вверхъ до высоты полотна. Мостъ построенъ въ 1251 г.

Построенный въ 13-мъ вѣкѣ мостъ *Sauveterre* въ *Bearn* находится на р. *Gave d'Oloron*. Бѣльшая часть его уничтожена временемъ, и въ настоящее время существуетъ на правомъ берегу только одна арка съ башней, фундаментъ которой служить вмѣстѣ опорой, но вблизи лѣваго рукава сохранились развалины четырехъ каменныхъ опоръ и рядъ деревянныхъ свай. На черт. 119 представлена въ двухъ видахъ уцѣлѣвшая арка съ ея башней.

Въ тоже почти время что мостъ *Sauveterre* построены мосты черезъ *Lot* и *Truyere* въ *Entraigués*, изъ которыхъ первый имѣетъ три стрѣльчатыхъ, слегка пологія арки съ отверстиями въ 13 и 15 мтр. и одну малую арку. По наружному виду мостъ черезъ *Lot* весьма похожъ на мостъ *d'Espalion* и весьма вѣроятно, что послѣдній служилъ образцомъ для обоихъ мостовъ *Lot* и *Truyere* которые по конструкціи почти ничѣмъ не отличаются другъ отъ друга. Постройка моста черезъ *Lot* была начата въ 1269 г. и въ тоже почти время приступили къ работамъ по сооруженію моста *Truyère*, получившаго 5 арокъ съ отверстиями отъ 8 до 16,7 мтр.

Мосты въ *Meuz* построены во второй половинѣ 13-го и въ началѣ 14-го вѣка. Они отличаются отъ другихъ мостовъ того же времени особой конструкціей, заключающейся въ томъ, что каждый сводъ состоитъ изъ четырехъ полуциркульныхъ арокъ, промежутки между которыми заполнены бутовой кладкой; наибольшее отверстіе арокъ не превышаетъ 16 мтр. и онѣ выступаютъ изъ бутовой кладки на 0,25 до 0,3 мтр. Число мостовъ, построенныхъ по этому, вѣроятно у Римлянъ заимствованному, но менѣе хо-

рошо исполненному способу, равняется 5; всё они исполнены довольно грубо, и судя по конструкции, безъ достаточнаго знанія.

Нѣсколько мостовъ, построенныхъ по тому же типу, находились въ *Poitou*, только промежутки между арками были заполнены не бетономъ, но каменными плитами. Ту же конструкцію представляетъ древнѣйшій мостъ *Monpon* въ *Monmouth* (Англія), каждый сводъ котораго образованъ тремя отдѣльными арками, промежутки между которыми забраны обыкновенной кладкой.

Представленный на черт. 120 мостъ *de l'Arche* черезъ Сену имѣетъ 24 свода съ отверстіями отъ 3 до 12 мтр. Онъ построенъ въ концѣ 13-го вѣка, но въ 14-мъ и 15-мъ столѣтіяхъ подвергался разнымъ передѣлкамъ. На опорахъ моста находились мельницы, которыя существовали до недавна.

Мостъ *Pontoise* (черт. 121) состоялъ изъ 12 арокъ съ отверстіями отъ 2 до 11 мтр.; на немъ находились два непрерывныхъ ряда домовъ, занятыхъ торговыми помѣщеніями.

Постройка моста *d'Ouilly* черезъ *Orne* (черт. 122) была начата въ концѣ 13-го и окончена въ началѣ 14-го вѣка. Полотно его поднимается довольно круто отъ береговъ къ серединѣ; онъ имѣетъ одну большую арку съ отверстіемъ 11,2 мтр. и 6 меньшихъ, которыхъ пролеты постепенно увеличиваются отъ концовъ моста вправо и влево. Отводы окончены вверху довольно острыми пирамидами, и сооруженіе имѣетъ въ общемъ красивый видъ.

Построенный въ концѣ 13-го столѣтія мостъ черезъ *p. Тичино* въ Италіи (черт. 123) имѣетъ шесть арокъ различныхъ отверстій, изъ которыхъ наибольшее достигаетъ 30 мтр., при толщинѣ въ вершинѣ 1,18 мтр. Это сооруженіе представляетъ интересный типъ моста покрытаго крышей, который въ среднемъ вѣкѣ былъ весьма распространенъ. Крышу поддерживали гранитныя колонны, число которыхъ по каждую сторону равнялось 50.

Мостъ въ *Kosch* черезъ *Saale* черт. 124, построенъ во второй половинѣ 13-го вѣка; онъ весьма похожъ на построенный болѣе чѣмъ 100 лѣтъ ранѣе мостъ *de l'Amiral*, но уступаетъ ему въ правильности формъ и исправности исполненія.

Мостъ въ *San Juan de las Abadesas* близъ *Gerone* въ Испаніи (черт. 125) образованъ стрѣльчатой аркой съ отверстіемъ 34 мтр. и нѣсколькими меньшими, тоже стрѣльчатыми арками. Кладка его исполнена весьма тщательно, вслѣдствіе чего, несмотря на небольшую толщину свода, осталась безъ поврежденій до сихъ поръ. Мостъ имѣетъ живописный видъ.

Мостъ *Ricobayo* на *p. Eslo* (черт. 126) состоялъ первоначально только изъ нижнихъ арокъ, построенныхъ въ 13-мъ вѣкѣ. Его

верхняя надстройка принадлежит болѣе позднему времени; она понадобилась, вѣроятно, вслѣдствіе недостаточной высоты полотна, которое затоплялось высокими водами.

Мостъ въ *Lamora* черезъ *Duero* (черт. 127) имѣетъ 16 арокъ слегка стрѣлчатой формы; въ тимпанахъ устроены пустоты, перекрытыя полукруглыми сводами. Первоначальную постройку этого моста приписываютъ Римлянамъ, но въ 13-мъ столѣтіи его арки были вновь отстроены. Ось моста, укрѣпленнаго на правой опорѣ башней, имѣетъ ломаный видъ (черт. 127а).

На черт. 128 представлена средняя часть моста въ *Orense* черезъ *Mino*, состоящаго изъ одной стрѣлчатой арки съ отверстіемъ 39 мтр., одной полуциркульной въ 29,5 мтр., и изъ пяти меньшихъ стрѣлчатыхъ арокъ.

Въ *Рочестерѣ* въ *Англіи* былъ построенъ въ 13-мъ вѣкѣ каменный мостъ на мѣсто существовавшаго тамъ ранѣе деревяннаго, описаннаго выше. Вслѣдствіе небрежнаго содержанія, а вѣроятно и плохого исполненія въ кладкѣ появились столь значительныя трещины, что движеніе по мосту сдѣлалось опаснымъ, и оказалась необходимой полная его перестройка. Для приобрѣтенія средствъ архіепископъ Кантрбурскій (*Canterbury*) издалъ въ 1849 г. чрезвычайное архипастырское посланіе, въ которомъ объявлялъ 40 дневное прощеніе грѣховъ и освобожденіе отъ всякаго рода покаяній тѣмъ, кто сдѣлаетъ пожертвованіе на постройку новаго моста.

Мостъ черезъ *Ouse* въ *Йоркѣ* (черт. 129) былъ замѣчателенъ своими стрѣлчатыми арками, но въ настоящее время онъ не существуетъ.

Въ Англіи на многихъ мостахъ находились въ среднемъ вѣкѣ часовни, въ которыхъ духовенство служило молебны и собирало пожертвованія на постройку новыхъ мостовъ. На собранныя такимъ образомъ суммы былъ построенъ въ 1338 г. мостъ *Bishop Auckland-Bridge* черезъ *Wear*, получившій впервые въ Англіи пологіе своды образованные по дугѣ круга, называемые лучковыми; пологость ихъ равнялась почти точно 4,6. Мостъ имѣлъ два отверстія изъ которыхъ одно равнялось 30,6, а другое—28 мтр.

Въ *Шотландіи* искусство постройки мостовъ находилось въ цвѣтущемъ состояніи во время управленія этой страной духовенствомъ. Но послѣ паденія духовной власти страна покрылась прежнимъ мракомъ невѣжества, отъ котораго она освободилась лишь тогда, когда образованіе и промышленность возбудили въ ней новую жизнь. Къ болѣе замѣчательнымъ шотландскимъ мостамъ принадлежатъ построенные въ 13-мъ вѣкѣ мосты черезъ

Tay въ *Perth*, черезъ *Eck* въ *Brechin*, *Dee* въ *Kincardin o'Neil*, и сооруженный въ 1345 г. мостъ черезъ *Clyde* въ Глазговъ. Кромѣ названныхъ находится въ Шотландіи не малое количество другихъ, болѣе или менѣ замѣчательныхъ мостовъ, построенныхъ въ разное время.

Въ *Англии* постройка каменныхъ мостовъ во второй половинѣ 14-го вѣка почти совершенно прекратилась, и начиная съ времени Генриха III до середины 18-го столѣтія Англичане строили почти исключительно деревянные мосты самой первобытной конструкции.

Сооруженіе мостовъ въ 12 мѣ вѣкѣ продолжалось дѣятельно во *Франціи* и *Италіи*. Въ 1144 г. была издана грамота для основанія новаго города подъ названіемъ *Montaubon*, будущимъ жителямъ котораго вмѣнялось въ обязанность построить на рѣкѣ мостъ, что было исполнено ими не ранѣе какъ въ 1335 г. Мостъ *Montaubon* (черт. 130) образованъ семью стрѣльчатыми арками, съ отверстіями въ 21 мтр., расположенными пятами на быкахъ, толщиною 8,3 мтр., отводы которыхъ только немногимъ возвышаются надъ горизонтомъ высокихъ водъ; въ тимпанахъ устроены пустоты, перекрытыя стрѣльчатыми арками. Полотно возвышается надъ уровнемъ низкихъ водъ на 18 мтр; ширина его между парапетами равнялась въ началѣ 7,6 мтр., но такъ какъ вслѣдствіе большого движенія она оказалась недостаточной, то для увеличенія ея устранили каменные плиты, образовавшія парапеты, и устроили желѣзные перила. Ширина моста вслѣдствіе того увеличилась на 1,4 мтр., но тонкіе желѣзные стержни плохо гармонируютъ съ массивностью сооруженія. Какъ и всѣ почти мосты средняго вѣка, мостъ былъ укрѣпленъ тремя башнями: одной въ серединѣ и двумя на берегахъ; впоследствии башню со стороны Тулузы превратили въ триумфальную арку, а въ средней устроена часовня Богоматери (*de Notre Dame*). Весь мостъ сложенъ изъ кирпича, безъ употребленія камня.

Мостъ черезъ *Tech* въ *Céret*, между *Perpignan* и *Pratz* (черт. 131) построенъ въ 1336 г. Ширина его не превышаетъ 3,9 мтр. и онъ имѣетъ только одну арку съ отверстіемъ въ 45 мтр. сложенную изъ тесоваго камня, между тѣмъ какъ остальные части моста состоятъ изъ кирпича. Полотно моста и подъѣзды къ нему расположены на малыхъ аркахъ, имѣющихъ отверстія отъ 7 до 8 мтр.; для предупрежденія образованія трещинъ въ ключѣ отъ дѣйствія односторонней нагрузки главная арка въ вершинѣ нагружена каменнымъ массивомъ (передвинувшимъ линію давленія въ этомъ мѣстѣ по направленію къ нижней направляющей свода).

Камни свода обтесаны весьма грубо и надо полагать, что къ раскружаливанію его приступили только послѣ того, когда растворъ совершенно окрѣпъ, потому что въ противномъ случаѣ вслѣдствіе неточной притески клинѣвъ произведенныя сжатіемъ недостаточно окрѣпшаго раствора неравномѣрныя осадки могли бы оказаться опасными для прочности сооруженія. По своему большому отверстію этотъ мостъ принадлежитъ къ самымъ значительнымъ сооружениямъ того времени.

Мостъ *St. Affrique* черезъ *Sorgues* (черт. 132) построенъ по всей вѣроятности въ то же время что и оба предыдущіе, такъ какъ съ 1368 г. имѣются свѣдѣнія о движеніи по нему. Онъ имѣетъ три полуциркулярныя арки; отверстія крайнихъ равняются 15,4 мтр. а средней—21,5 мтр.: такъ какъ толщина послѣдней въ ключѣ не превышаетъ 0,5 мтр., между тѣмъ какъ толщина обѣихъ крайнихъ равна 0,7 мтр. то существуетъ вѣроятность, что средняя была перестроена въ болѣе позднее время. Мостъ сложенъ изъ разноцвѣтнаго песчаника; его ширина между парапетами не превышаетъ 3,5 мтр. Вслѣдствіе большой крутизны полотна повозки большей частью оставляли его въ сторонѣ и предпочитали переѣзжать черезъ рѣку, глубина которой на этомъ мѣстѣ небольшая, въ бродъ; въ настоящее время имъ почти совсѣмъ не пользуются, такъ какъ въ небольшомъ разстояніи отъ него построенъ новый болѣе удобный мостъ.

Мостъ въ *Bidarroy* черезъ *Nive* (черт. 133) близъ *Saint-Jean-Pied-de-Port* построенъ во второй половинѣ 14 вѣка. Онъ имѣетъ одну полуциркулярную арку съ отверстіемъ 17 мтр., двѣ стрѣльчатыя по 8,5 мтр. и кромѣ того на лѣвомъ берегу одну полуциркулярную арку въ 8 мтр. Толщина главной арки въ вершинѣ не превышаетъ 0,6 мтр.; толщина опоръ тоже весьма умѣренная, указывающая на большую опытность строителя. Ширина пути на мосту въ настоящее время равна 2,8 мтр., но надъ главной аркой она не болѣе 2,35 мтр.

Къ тому же времени относятъ сооруженіе моста на ручьѣ *Bastan* притока рѣки *Nive*, образованнаго одной аркой, которой пролетъ 15,3 мтр.

Построенный по всей вѣроятности въ то же время мостъ въ *Olargues*, департамента *Herault*, черезъ рѣку *Jaure* состоитъ изъ полуциркулярной арки, которой отверстіе 31,7 мтр., а толщина въ вершинѣ только 0,55 мтр. (черт. 134). По обѣимъ сторонамъ ея въ устояхъ устроены отверстія въ 7,65 и 9,9 мтр., перекрытыя полуциркулярными арками, принадлежащими болѣе позднему времени. Надъ ключемъ главной арки устроена пища, на верху ко-

торой находится крестъ; контрфорсы праваго устоя даютъ основаніе, предполагать что на немъ находилась башня. Верхняя часть моста возобновлена, кажется, въ не очень давнее время; о томъ можно судить по роду кладки, рѣзко выдѣляющейся отъ кладки арки и лѣваго устоя, котораго отводы значительно выступаютъ вверхъ теченія, а также по уцѣлѣвшей въ первоначальномъ видѣ части праваго устоя.

Въ Италіи въ 14 столѣтіи было построено нѣсколько каменныхъ мостовъ, которые смѣлостью конструкціи и теперь возбуждаютъ удивленіе. Первое мѣсто между ними занимаетъ мостъ въ *Trezzo* черезъ р. *Adda*, построенный въ 1337 г. архитекторомъ *Barnabo*. На концахъ онъ былъ укрѣпленъ башнями и защищалъ доступъ въ замокъ *Trezzo*; къ сожалѣнію, его разрушилъ въ 1416 г. *Carmagnola* во время междоусобной войны, и онъ не былъ послѣ вновь отстроенъ. Уцѣлѣвшая до сихъ поръ часть его на черт. 135 заштрихована; изъ формы ея инженеръ *Dartein* вывелъ, что отверстіе свода равнялось 72,25 мтр. при подъемѣ 20,7 мтр., такъ что пологость его достигала $\frac{1}{3,5}$. Если бы эти данныя были вѣрны, то существовавшее въ *Trezzo* сооруженіе по величинѣ отверстія не имѣло бы равнаго себѣ до сихъ поръ. Сводъ состоялъ изъ гранитнаго камня, сложеннаго въ два ряда, изъ которыхъ внутренній имѣлъ толщину около 1 мтр. а наружный—23 сантиметра. Соображаясь съ формой существующихъ въ настоящее время развалинъ *Dartein* дополнилъ чертежъ и полагаетъ, что мостъ имѣлъ видъ, представленный на черт. 131; этотъ чертежъ рекомендованъ имъ для предлагаемаго возобновленія древняго сооруженія.

Мостъ въ *Веронѣ* черезъ *Adige* (черт. 136) построенъ въ 1354 г. Онъ состоитъ изъ коробовой арки, которой отверстіе достигаетъ 49 мтр., а пологость равна $\frac{1}{3}$. Мостъ укрѣпленъ башнями, защищавшими его вѣзды; по своимъ размѣрамъ онъ принадлежитъ къ самымъ большимъ сооруженіямъ Италіи, а по формѣ свода представляетъ самое древнее сооруженіе, сохранившееся до сихъ поръ.

Къ наиболѣе замѣчательнымъ сооруженіямъ, построеннымъ въ 14 вѣкѣ въ Италіи, принадлежатъ также мосты въ *Александріи* и *Veschio*, и акведукъ *Ficargli*.

Мостъ въ *Александріи* черезъ *Тапаго* въ Флоренціи (черт. 137) состоитъ изъ 10 круговыхъ, немного пологихъ арокъ съ отверстіями отъ 16 до 29 мтр., изъ которыхъ четыре, вслѣдствіе ихъ поврежденій высокими водами, были перестроены въ 1487 году. Верхняя часть моста образуетъ галерею шириной 7 мтр., покрытую крышей, опирающейся на малыя аркады.

Мостъ *Vecchio*, тоже въ Флоренціи (черт. 138) имѣетъ три арки съ отверстіями въ 30 мтр. пологость которыхъ достигаетъ 1,6. Онъ тоже покрытъ крышей, но значительно бѣльшей высоты чѣмъ мостъ въ Александріи; внизу устроены магазины, а вверху—галлерея, служащая для соединенія палаццо Pitti со зданіемъ присутствій.

Акведукъ *Ficarazi* (черт. 139), пересѣкающій горный ручей того же названія, проводитъ воду для орошенія огородовъ и рисовыхъ плантацій, безъ котораго большая часть пространства южной Италіи превратилась бы въ бесплодную пустыню. Онъ построенъ въ концѣ 14 вѣка и имѣетъ 17 арокъ, изъ которыхъ 15 стрѣльчатія съ отверстіями отъ 5,1 до 7,45 мтр.; высота акведука достигаетъ на наиболѣе высокомъ мѣстѣ 22 мтр.

Изображенный на черт. 140 мостъ *Nomentano* черезъ *Anio* близъ Рима замѣчателенъ тѣмъ, что представляетъ собою небольшую крѣпость основанную на полуциркульной аркѣ. На это сооруженіе можно смотрѣть какъ на образецъ довольно частыхъ въ среднемъ столѣтіи построекъ, когда мостъ уступалъ на задній планъ, а естественнымъ русломъ пользовались главнымъ образомъ для устройства крѣпости, дающей возможность сопротивляться съ успѣхомъ хищническимъ набѣгамъ, подпоряемымъ тогда повсемѣстной безурядицей.

Постройка моста *Tournon* на р. *Doux* въ департаментѣ *Ardèche* была начата въ 1376 г. и доведена почти до конца, но окончательной отдѣлкѣ его помѣшали политическія смуты, и открытіе моста для движенія послѣдовало не ранѣе какъ въ 1583 г., т. е. по прошествіи болѣе двухсотъ лѣтъ послѣ его сооруженія. Образующая его арка имѣетъ отверстіе 49,2 мтр. и подъемъ 17,73 мтр. (черт. 141); полотно въ правой половинѣ представляетъ уклонъ 0,15, а въ лѣвой—0,08. Въ пазухахъ устроены сводики разной формы и величины, которыхъ оси параллельны оси главнаго свода, а въ верховой щековой стѣнѣ сдѣланы отверстія, черезъ которыя можно входить въ пространства, образованныя этими сводиками. Кладка этого моста во всѣхъ ея частяхъ свидѣтельствуетъ о неумѣлости и неопытности строителя; главный сводъ имѣетъ въ вершинѣ большую толщину, чѣмъ у пятъ, и конструкція внутреннихъ сводиковъ, особенно на лѣвой сторонѣ, мало соответствуетъ дѣйствующимъ на нихъ силамъ. Вслѣдствіе этихъ недостатковъ, а также по причинѣ плохого качества употребленнаго для кладки раствора, въ ней образовалось современемъ много столь серьезныхъ трещинъ, что сооруженіе грозило полнымъ разрушеніемъ, для предупрежденія котораго въ 1849 г. его стянули на

разныхъ мѣстахъ желѣзными связями, внутренніе сводики укрѣпили построенными вверху ихъ добавочными арками и исправили кладку главной арки (черт. 141a).

Мостъ черезъ *Молдаву въ чешской Прагѣ* (черт. 142) построенъ въ 1358 г. Карлъ IV. Его длина равна 520 мтр. а ширина 10,9 мтр., и онъ образованъ 18 полуциркульными арками изъ тесоваго камня, украшенными архивольтами. Быки оканчиваются пьедесталами, на которыхъ установлены статуи и изъ нихъ одна, изображающая святого Іоанна Непомука, находится на томъ самомъ мѣстѣ изъ котораго этотъ угодникъ въ 1393 г. по приказанію короля Вячеслава, былъ сброшенъ въ воду. Кладка этого моста отличается столь большой крѣпостью, что осаждавшіе Прагу Шведы, несмотря на всѣ усилія разрушить его, не могли причинить ему никакого поврежденія и должны были отъ своего намѣренія отказаться.

Построенный въ 1404 г. мостъ въ *Costellano* черезъ р. *Verdun* находится вблизи *Sistorn* и состоитъ изъ одной полуциркульной арки, которой отверстіе равно 28 мтр., а подъемъ—около 7 мтр. (черт. 143). Этотъ мостъ представляетъ древнѣйшее сооруженіе, имѣющее столь пологіе своды.

Мостъ въ *Villeneuve d'Agen* (черт. 144) черезъ *Lot* состоитъ изъ большой полуциркульной арки съ отверстіемъ въ 35,1 мтр. и изъ трехъ меньшихъ арокъ, которыхъ пролеты равняются 1,8, 9,0 и 9,7 мтр.; толщина опоръ достигаетъ 6 мтр., а передніе отводы продолжены до высоты полотна, которое образовано двумя наклонными плоскостями, пересекающимися надъ вершиной главной арки.

Построенный тоже въ 15 вѣкѣ мостъ въ *Romans* черезъ *Jse're* (черт. 145) состоитъ изъ арокъ, которыхъ пологость равняется 1,3, а величина отверстій измѣняется отъ 21,4 до 28 мтр.; вслѣдствіе большой толщины опоръ, достигающей 9 мтр., видъ сооруженія не особенно красивъ.

Montfauçon и *Seguin* приписываютъ сооруженіе моста *Vieille Brioude* черезъ *Allier* римлянамъ, (черт. 146), но по *Gauthey* онъ построенъ подрядчиками *Grenier* и *Eston* въ 1454 г. Последнее показаніе заслуживаетъ болѣе вѣроятія, такъ какъ римскія сооруженія отличаются изящностью и правильностью конструкціи, между тѣмъ какъ мостъ *Brioude* носить на себѣ всѣ признаки упадка строительнаго искусства, присущіе почти всѣмъ сооруженіямъ средняго столѣтія. Онъ состоитъ изъ одной арки, которой отверстіе равно 54 мтр., а подъемъ 21 мтр; ширина полотна, расположеннаго въ довольно крутыхъ подъемахъ, равнялась 4,9 мтр.

Вслѣдствіе небрежнаго исполненія кладки въ ней появились столь значительныя трещины, что проѣздъ по мосту считался опаснымъ, и въ 1750 г. построили въ двухъ километрахъ ниже новый мостъ, имѣвшій два отверстія въ 21 и 23 мтр., при толщинѣ свода въ вершинѣ 1,46 мтр. По причинѣ недостаточной крѣпости употребленнаго для кладки камня этотъ мостъ провалился непосредственно послѣ устраненія кружалъ. Но его затѣмъ вновь отстроили, при чемъ увеличили толщину сводовъ въ вершинѣ до 1,62 mtr., которая оказалась достаточной; несмотря на то, новое сооруженіе постигла послѣ непродолжительнаго времени его существованія такая-жъ судьба какъ и первое, вслѣдствіе недостаточнаго предохраненія фундамента отъ подмыва, основаннаго на мелкомъ гравіи. Тогда возвратились обратно къ старому мосту, предварительно исправивъ его поврежденія. Но исправленія не были сдѣланы вѣроятно съ достаточной осмотрительностью, такъ какъ сооруженіе обрушилось въ 1822 г., и въ настоящее время на томъ же мѣстѣ построенъ новый мостъ.

Къ постройкѣ моста черезъ *Melza близъ Aquino* въ Италіи, (черт. 147), называемаго *Ponte Corvo*, приступали уже въ 14-мъ вѣкѣ Неаполитанскіе короли, но вслѣдствіе бурнаго теченія этого горнаго ручья и дурнаго качества грунта должны были отъ своего намѣренія отказаться. Тогда Stefano del Piombino предложилъ дать мосту въ планѣ видъ дуги круга радіуса 176 мтр., обращенной выпуклой стороною противъ теченія, полагая, что при такой формѣ сооруженіе будетъ лучше сопротивляться ударамъ волнъ. Stephano приступилъ къ постройкѣ по составленному имъ плану въ концѣ 15 столѣтія. Для фундамента были забиты крѣпкія сваи, головы ихъ срѣзали на глубинѣ около 2 мтр. ниже горизонта среднихъ водъ, забутили вверху большими каменными блоками и для лучшей защиты отъ подмывовъ продолжили свайный ростверкъ на нѣкоторое разстояніе внизъ по теченію. Сваи забивали въ такое время года, когда русло было почти свободно отъ воды; въ слѣдующемъ затѣмъ году приступили къ кладкѣ быковъ, нижнюю часть которыхъ, имѣющую отъ 4 до 5 широкихъ обрѣзовъ, изготовили изъ большихъ камней длиной 4—5 мтр., соединенныхъ между собою скобами. Послѣ Стефано, скончавшагося до окончанія моста работы продолжалъ его сынъ Augustino подъ руководствомъ монаха Josondo изъ Вероны; которому съ самого начала принадлежало главное завѣдываніе постройкой. Такъ какъ опоры въ планѣ расположены по радіусамъ оси моста и ихъ сѣченіе прямоугольное, то съ низовой стороны пролеты уже, чѣмъ съ верховой, вслѣдствіе чего своды получили слабо коническую

форму, не мало усложнившую ихъ кладку, которая была окончена въ 1506 г. Исполненное подъ наблюдениемъ опытнаго руководителя сооруженіе оказалось столь крѣпкимъ, что, несмотря на большую быстроту теченія, сохранилось до сихъ поръ въ хорошемъ состояніи. Этотъ успѣхъ слѣдуетъ приписать главнымъ образомъ прочному устройству фундамента и тщательному исполненію кладки, а никакъ не криволинейной формѣ оси, которая въслѣдствіе обусловленной ею неодинаковой величины отверстій у верхней и нижней части быковъ скорѣе можетъ въ данномъ случаѣ считаться вредной, чѣмъ полезной. Мостъ имѣетъ семь арокъ (черт. 143), которыхъ отверстія постепенно увеличиваются отъ 22,7 мтр. у береговъ, до 28,6 мтр. въ серединѣ; толщина опоръ не превышаетъ 4 мтр. Правильностью формъ и хорошимъ исполненіемъ кладки этотъ мостъ выгодно выдѣляется между сооружениями среднего вѣка.

Техническій характеръ мостовъ средняго вѣка

Построенные послѣ паденія Римской Имперіи въ теченіе пяти столѣтій мосты указываютъ, какъ по конструкціи, такъ и числу, вообще на застой и въ этой отрасли строительнаго искусства, хотя нѣкотораго прогресса нельзя не отмѣтить. Продолжавшіеся почти непрерывно политическія смуты отразились весьма невыгодно на развитіи строительнаго дѣла особенно въ мѣстностяхъ, болѣе удаленныхъ отъ Рима, населеніе которыхъ мало, или совсѣмъ не было знакомо съ римскимъ искусствомъ. Образовавшіеся отъ распада всеріиной имперіи отдѣльныя государства заботились главнымъ образомъ о сохраненіи своей независимости и ослабленіи враждебныхъ себѣ сосѣдей; они строили мосты только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ въ нихъ оказывалась крайняя необходимость, и исполняли ихъ большей частью безъ достаточнаго знанія согласно мѣстному обычаю, или по образцу ближайшихъ римскихъ сооружений, подражаніе которымъ, по недостатку собственныхъ опытныхъ мастеровъ, отличалось обыкновенно неумѣlostью, мѣстной небрежностью, а часто и неспособностью. Совсѣмъ другимъ путемъ слѣдовали провинціи, расположенныя вблизи древней метрополіи. Имѣя у себя воздвигнутыя прежними повелителями величавыя сооруженія, они на нихъ учились и по образцу ихъ создали постройки, которыя и въ настоящее время нерѣдко возбуждаютъ удивленіе; мосты какъ Avignon, Céret, Trezzo и др. принадлежатъ и теперь къ выходящимъ изъ ряда обыкновенныхъ

и представляют довольно значительный шагъ въ усовершенствованіи конструкціи сводовъ. Они свидѣтельствуютъ что на ряду съ ошибочными и крайне несовершенными постройками среднее столѣтіе создало не мало образцовыхъ каменныхъ мостовъ, отличающихся неизвѣстной Римлянамъ величиной отверстій и замѣчательной смѣлостью конструкціи арокъ, толщина которыхъ въ многихъ случаяхъ вполне сообразована какъ съ дѣйствующей на мостъ нагрузкой, такъ и сопротивленіемъ матеріала, и указываетъ на большую опытность строителя. Хотя и въ среднемъ вѣкѣ предпочтеніе отдавали полукруговой формѣ свода, но на ряду съ послѣдней встрѣчаются, хотя еще довольно рѣдко, пологія и стрѣлчатые арки. Пролеты одного и того же сооруженія имѣютъ часто весьма значительныя величины; мосты обыкновенно укрѣпляли башнями, служившими какъ для выслѣживанія движеній непріятеля, такъ и недопущенія овладѣть ими.

Вслѣдствіе недостаточныхъ знаній и опытности по устройству фундаментовъ въ глубокой водѣ старались по возможности уменьшать число ихъ посредствомъ увеличенія отверстій; но большіе пролеты обуславливали большую высоту полуциркульныхъ или почти полуциркульныхъ сводовъ, для уменьшенія которой дѣлали опоры низкими и давали имъ обыкновенно чрезмѣрную толщину, чтобы увеличеніемъ массы увеличить сопротивленіе не всегда удовлетворительнаго основанія. Такъ какъ для подъѣздовъ къ мосту насыпей не устраивали, то полотно получало часто весьма крупныя подъемы, что при тогдашнемъ обычаѣ ѣздить верхомъ безъ употребленія повозокъ не представляло особыхъ неудобствъ. Послѣднее обстоятельство было также причиной малой ширины построенныхъ въ этомъ періодѣ мостовъ.

Вообще средній вѣкъ и для мостовыхъ сооружений не былъ благопріятнымъ, но его нельзя назвать временемъ упадка, какимъ онъ былъ для другихъ искусствъ. Въ немъ развилось новое направленіе въ конструкціи каменныхъ мостовъ, представляющее хотя небольшой, но вѣрный шагъ впередъ.

Мосты, построенные въ XVI и XVII вѣкѣ.

Старѣйшимъ изъ построенныхъ въ 16 вѣкѣ мостовъ былъ мостъ *Notre-Dame* черезъ Сену въ Парижѣ. По нѣкоторымъ историческимъ даннымъ можно заключить, что на занимаемомъ имъ мѣстѣ въ царствованіе Юліана Апостата (361—363) былъ построенъ Римлянами деревянный мостъ. Достоверно извѣстно, что

въ 15 вѣкѣ здѣсь существовалъ балочный мостъ шириною 18 шаговъ, построенный въ 13 столѣтіи; каждая изъ его 17 опоръ состояла изъ 30 свай, толщиною 1 футъ; высота опоръ достигала 42 фута. Вслѣдствіе ветхости этого сооруженія парламентъ въ 1440 г. рѣшилъ совершенно его перестроить, но это постановленіе не было приведено въ исполненіе, и въ 1498 г. мостъ обвалился вмѣстѣ со всѣми находившимися на немъ домами. Тогда парламентъ опредѣлилъ не возстановлять деревяннаго сооруженія, и на его мѣстѣ построить каменное.

Не желая пользоваться чужеземными силами, объявили родъ конкурса, на который отозвалось много самородныхъ строителей, представившихъ состязательные проекты. Обсужденіе послѣднихъ продолжалось нѣсколько лѣтъ и привело къ заключенію, что ни одинъ изъ нихъ не можетъ быть рекомендованъ къ исполненію, и что вслѣдствіе отсутствія знающихъ людей въ странѣ, необходимо обратиться за помощью къ опытнымъ иностраннымъ строителямъ. Поэтому рѣшили пригласить итальянскаго монаха Joconde изъ Вероны, пріобрѣтшаго извѣстность постройкой описаннаго выше моста Ponte Corvo. Joconde вполне оправдалъ оказанное ему довѣріе, и въ 1507 г. окончилъ постройку моста, получившаго названіе *Notre-Dame*, еще болѣе уврѣдившаго его славу (черт. 148). Это до недавня существовавшее сооруженіе имѣло шесть полуциркульныхъ арокъ съ отверстіями отъ 9,5 до 17,3 мтр.; фундаментъ опоръ, которыхъ толщина равнялась 3,9 а ширина—23,6 мтр. былъ основанъ на сваяхъ, забученныхъ крѣпко камнемъ. Для кладки брали Парижскій камень, который, вслѣдствіе его неодинаковаго качества, подбирали съ особой тщательностью, и это обстоятельство было одной изъ главныхъ причинъ, что мостъ сохранился въ хорошемъ состояніи до нынѣшняго времени и простоялъ бы вѣроятно еще не одно столѣтіе, если бы необходимое для открытія новой улицы Rue Rivoli регулированіе набережной не заставило разобрать его и замѣнить новымъ съ меньшей высотой сводовъ.

Въ 1530 г. архитекторъ *Nicolo il Triboro* построилъ близъ воротъ *Sangallo* въ Флоренціи черезъ рѣку *Mugnone* косой мостъ съ довольно острымъ угломъ (около 70°). Такъ какъ нынѣшніе способы кладки косыхъ сводовъ въ это время не были извѣстны, то изготовленіе его арокъ представляло большія затрудненія.

Построенный въ 1553 г. мостъ *Capodars* въ Сициліи на р. *Imera* (черт. 149) имѣетъ одно отверстіе, котораго пролетъ 29 мтр. а подъемъ 20 мтр. Его обратныя крылья скрѣплены контрфорсами; вверху одного изъ нихъ изображенъ крестъ, а вверху другого—гербъ Карла V. Средняя часть полотна на небольшомъ про-

тяженіи имѣла горизонтальное положеніе, и съ обѣихъ сторонъ къ ней примыкали довольно крутыя наклонныя плоскости. Велѣдствіе представлявшихъ послѣдними не малыхъ затрудненій движенію, онѣ были замѣнены въ 1863 г. горизонтальными плоскостями, и для облегченія стока высокихъ водъ пристроили боковыя отверстія, не измѣняя средней главной арки и контрфорсовъ. Нынѣшній видъ этого моста изображенъ на черт. 149а.

Мостъ *Chenonceaux* (черт. 150) построилъ въ 1556 г. знаменитый *Philibert Delorme*. Его архитектура сообразована съ находящимся вблизи великолѣпнымъ замкомъ *Renaissance*, построеннымъ немного ранѣе моста. Нѣсколько лѣтъ послѣ открытія движенія по новому сооруженію Катерина Медичи велѣла построить не немъ изящное зданіе, котораго просвѣты во всѣхъ этажахъ находятся вертикально надъ быками и надъ вершинами сводовъ. Это зданіе существуетъ до сихъ поръ и мостъ *Chenonceaux* представляетъ единственное сооруженіе этого рода застроенное въ верхней части зданіями.

На черт. 151 представленъ построенный въ 1570 г. архитекторомъ *Annabati* мостъ черезъ *Арно въ Флоренціи*, извѣстный подъ названіемъ „*Тройщина моста*“. Его почти эллиптическіе своды сложены изъ бута и имѣютъ пологость 1,6; пролеты обѣихъ крайнихъ отверстій равны 26,13 и 26,75 мтр., а среднего—19,19 мтр. Полотно представляетъ двѣ немного наклонныя плоскости, поднимающіяся отъ береговъ къ серединѣ. На этомъ сооруженіи замѣтно отразилось вліяніе эпохи возрожденія; своды отдѣланы изящными архивольтами и карнизами и украшены въ ключъ картушками, отличающимися правильностью рисунка (черт. 151а и б).

Въ 1578 г. архитекторъ *Androuet du Cerceau* приступилъ къ постройкѣ моста *Pont Neuf*, котораго основной камень былъ положенъ Генрихомъ III, но велѣдствіе возстанія Лиги при Генрихѣ IV долженъ былъ прекратить работы на продолжительное время, и сооруженіе довелъ до конца только въ 1604 г. Карлъ *Marchand* на средства, добытыя виннымъ налогомъ. Мостъ состоитъ изъ двухъ частей, соединяющихъ островъ внутренняго города съ берегами Сены. На черт. 152 представлена часть, примыкающая къ правому берегу, образованная эллиптическими арками, отверстія которыхъ достигаютъ 20 мтр. Ширина моста весьма значительна, и превышаетъ 22 мтр., изъ которыхъ около 10 мтр. занимаетъ проѣзжая часть, а 11 м.—банкеты для пѣшеходовъ. Треугольные передніе и задніе отводы въ верхней своей части переходятъ въ полукруглые выступы, на которыхъ въ прежнее время находились торговыя помѣщенія. На второй аркѣ со стороны Лувра было расположено построенное фламандцемъ *Jean Lint-*

лаер насосное зданіе, имѣвшее цѣлью доставлять воду разнымъ городскимъ каналамъ; оно носило названіе „la Samaritaine“ отъ вылитой изъ свинца и позолоченной группы, изображавшей Спасителя у колодца Самаритянъ, которая находилась на его фасаде. Такъ какъ эта группа стѣсняла движеніе по мосту, то въ послѣдствіи она была устронена. Мостъ Pont Neuf сохраняется какъ древній изящный памятникъ въ первоначальномъ видѣ.

Въ 1587 г. былъ объявленъ конкурсъ на постройку моста Rialto въ *Veneciu*, изъ представленныхъ двухъ проектовъ Scamozzi и da Ponte, получилъ предпочтеніе послѣдній. Знаменитымъ Палладіо былъ предложенъ проектъ этого моста еще ранѣе до объявленія конкурса, но исполненіе его было признано неудобнымъ вслѣдствіе чрезвычайнаго богатства орнаментаций, значительно увеличивавшихъ стоимость сооруженія. Къ постройкѣ моста по проекту da Ponte приступили немедленно послѣ его одобренія въ 1587 г., но большія затрудненія, встрѣченныя при устройствѣ фундамента, затянули окончаніе его до 1590 г. Онъ имѣетъ одно отверстіе въ 28,5 мтр., украшенное архивольтами и карнизами (черт. 153) его ширина между парапетами равняется 22 мтр., изъ которыхъ проѣзжая часть занимаетъ 7 мтр. а 7 мтр. отведены для двухъ банкетовъ, къ которымъ ведутъ мраморныя ступеньки. Остальная часть моста застроена двумя рядами зданій, въ которыхъ помѣщаются торговые магазины. Мостъ Rialto представляетъ весьма изящное сооруженіе.

Мостъ *Vicenze* (черт. 154) по виду и конструкціи весьма похожъ на мостъ Rialto, только отдѣлка его болѣе простая, и зданій на немъ не имѣется. Его арка образована по дугѣ круга, которой хорда 30,9 мтр., а подъемъ 9,1 м. Полотно, назначенное только для пѣшеходовъ, имѣетъ довольно крутые подъемы.

Тому же строителю принадлежитъ также мраморный мостъ въ *Флоренціи*, котораго арка при отверстіи 42,23 мтр. имѣетъ подъемъ 9,1 мтр. Толщина свода въ вершинѣ не превышаетъ 1,62 мтр., а ширина полотна 11 мтр.

Большой смѣлостью конструкціи отличается построенный Петромъ Carl въ 1599 г. мостъ на бойняхъ въ *Nürnberg*, котораго подъемъ при отверстіи 29,6 мтр. равняется 3,9 мтр., такъ что пологость арки достигаетъ 1,8, а толщина свода въ ключѣ не превышаетъ 1,2 мтр. Толщина его устоевъ весьма значительна и швы кладки ихъ идутъ параллельно швомъ свода въ пятахъ (черт. 155). Это сооруженіе можетъ считаться довольно удачнымъ типомъ мостовъ для небольшихъ городовъ на рѣкахъ, которыхъ высокія воды незначительны.

Изъ мостовъ, построенныхъ въ 16 вѣкѣ въ *Испаніи* наибольшаго вниманія заслуживаютъ: мостъ въ *Almaraz* и въ *Cordova*.

Первый изъ нихъ находится на *p. Tage близъ г. Almaraz* и образованъ полуциркульными арками, которыхъ отверстія равны 33 и 38 мтр. (черт. 156). Виду сооруженія не мало вредятъ архивольты, ширина которыхъ несообразована съ отверстіями арокъ, а также чрезмерная толщина средняго быка. Какъ изъ чертежа видно арка съ отверстіемъ 33 мтр. окаймлена болѣе широкой архивольтой, чѣмъ арка въ 38 мтр. Мостъ черезъ *Rio San Juan* близъ *Cordova* (черт. 157) построенъ почти въ тоже время что и мостъ *Almaraz*. Онъ состоитъ изъ одной арки съ отверстіемъ 31 мтр.; для пропуска высокихъ водъ устроены въ устояхъ малыя отверстія, перекрытыя полуциркульными сводами, которые въ правомъ устояхъ расположены въ два этажа.

Постройка моста *Chatellerault* черезъ *p. Vienne* (черт. 158) была начата въ 1560 г., но доведена до конца, благодаря заботамъ *Sully*, только въ 1609 г. Онъ имѣетъ девять арокъ, которыхъ отверстія одинаковы и равны 9,8 мтр.; ихъ подъемы, соотвѣтственно уклону проѣзжей части моста, увеличиваются отъ береговъ къ серединѣ. Своды срезаны по краямъ наклонными поверхностями, по способу такъ называемыхъ „коровьихъ роговъ“, которые въ древнихъ постройкахъ очень рѣдко встрѣчаются. Эти срезы облегчили свободный протокъ высокихъ водъ, и придали какъ сводамъ такъ и слишкомъ толстымъ опорамъ болѣе легкій видъ, отчего внѣшность сооруженія много выиграла.

Мостъ на *Сенъ въ Mantes* былъ построенъ въ началѣ 17 вѣка, и состоялъ изъ большого числа малыхъ арокъ ось которыхъ въ въ планѣ имѣла видъ ломанной линіи. Вслѣдствіе неправильности какъ проекта такъ и конструкціи этотъ мостъ былъ совершенно перестроенъ въ 1765 г. знаменитымъ инженеромъ *Perronet*.

Построенный въ 1611 г. мостъ въ *Claix*, въ 8 километрахъ отъ Гренобля, черезъ *p. Drac* (черт. 159) имѣетъ одно отверстіе, котораго пролетъ 45,7 мтр. Подъемъ его круговой арки 15,7 мтр., а толщина свода въ ключѣ 1,36 мтр. Вниманія заслуживаетъ кладка свода вблизи пята, которой радіальные швы здѣсь значительно удлиненны. Она указываетъ на правильное пониманіе строителемъ способа дѣйствія силъ, которое тогда могло быть приобрѣтено только опытомъ и практическимъ умомъ, такъ какъ линія давленія, уясняющая это дѣйствіе наглядно, не только въ 17 вѣкѣ, но и значительно позднѣе, не была извѣстна. Вслѣдствіе большой крутизны полотна моста, особенно въ его лѣвой половинѣ, проѣздъ по нему былъ столь затруднителенъ, что въ настоящее время онъ совсѣмъ перестроенъ.

Мостъ *St. Michel* въ Парижѣ построенъ въ 1617 г. Онъ состоитъ изъ четырехъ арокъ, изъ которыхъ обѣ среднія имѣютъ отверстія по 13,7, а крайнія—по 9,7 мтр. Передніе отводы продолжены до высоты полотна; на среднемъ находилась статуя Людовика XIII, а другіе оканчивались вверху пирами. Ширина моста равнялась 25 мтр., и онъ былъ застроенъ двумя рядами зданій, которыя, влѣдствіе угрожавшей имъ опасности, снесли въ 1807 г. Въ 1822 г. разобрали и самъ мостъ, и на его мѣстѣ построили новый шириною 30 мтр.; такъ какъ старыя фундаменты оказались неудовлетворительными, и невозможно было ими воспользоваться, то пролеты нового сооруженія опредѣлили независимо отъ величинъ прежнихъ отверстій.

Сохранившійся до сихъ поръ въ первоначальномъ видѣ мостъ *Marie* (черт. 160) получилъ свое названіе отъ генеральнаго подрядчика мостовъ въ Франціи Христофа Мари, который началъ его постройку въ 1613 г.; влѣдствіе разныхъ перерывовъ мостъ былъ оконченъ только въ 1635 г. Онъ имѣетъ пять полуциркульных арокъ съ отверстиями отъ 14,0 до 17,8 мтр., и служитъ для соединенія острова *St. Louis* съ прилежащими частями города. Ширина его равна 23,7 мтр.; какъ и мостъ *St. Michel* онъ былъ застроенъ двумя рядами зданій. Въ 1661 г. высокія воды уничтожили двѣ арки вмѣстѣ съ 22 находившимися на нихъ домами. Эти арки послѣ непродолжительнаго времени были вновь отстроены, но уже безъ зданій, а въ 1785 снесли и остальные, находившіеся на мостѣ дома.

Мостъ *Au Change* построенъ на томъ же почти мѣстѣ, на которомъ находился упоминаемый въ Комментаріяхъ Цезаря деревянный мостъ. Онъ былъ сооруженъ въ 12 вѣкѣ тоже изъ дерева, но влѣдствіе частыхъ поврежденій и нѣскольkokратныхъ уничтоженій высокими водами замѣнили въ 1639 г. деревянное сооруженіе каменнымъ, состоявшимъ изъ шести арокъ. Последнее существовало до 1858 г. и было разобрано по той же причинѣ, что и мостъ *St. Michel*. Построенный на его мѣстѣ новый мостъ имѣетъ только три арки.

Мостъ *de la Tournelle* построенъ въ 1656 г. тѣмъ же строителемъ, что и одинаковый съ нимъ по виду мостъ *Marie*, отъ котораго онъ отдѣленъ только островомъ *St. Louis*. Онъ имѣетъ шесть полуциркульных арокъ съ отверстиями отъ 15,6 до 17,7 мтр., и ширину 16,24 мтр. Этотъ мостъ существуетъ въ первоначальномъ видѣ до сихъ поръ, только въ 1845 г. для уширенія полотна къ нему пристроили чугунныя арки, пять которыхъ расположили на пилестрахъ, образующихъ продолженіе переднихъ и заднихъ

отводоувъ. Тимпаны какъ этого моста такъ и моста Marie, были украшены изящными нишами съ фронтонами.

Мосты *St. Charles* и *pont au Double* въ Парижѣ построены въ 1634 г. управленіемъ госпиталя *Hôtel Dieu* для церковнослужителей. Первый состоялъ изъ двухъ арокъ по 12,8 мтр., а послѣдній имѣлъ тоже двѣ арки съ отверстиями 11,7 мтр. Оба моста были покрыты зданіями, между которыми для проѣзда оставлена была полоса шириною 3,25 мтр.

Въ 1666 г. епископъ *Basompière* вновь отстроилъ по планамъ Франсоа Блондель разрушенную часть моста *de Saintes* черезъ *Charente* (стр. 62). Пристройка получила 10 арокъ съ отверстиями отъ 6,2 до 11,7 мтр., изъ которыхъ три имѣли стрѣльчатую а остальные—полуциркульную форму; ихъ опоры были основаны на материкѣ изъ жирной глины толщиной 30 мтр., которой передавали давленіе посредствомъ платформы, расположенной на рост-веркѣ.

Въ 1683 г. доминиканскій монахъ *Romano* построилъ черезъ *Maas (Meuse)* въ *Maestricht* мостъ, имѣвшій 8 каменныхъ арокъ съ отверстиями отъ 12 до 13,5 мтр. и одно деревянное отверстие въ 19,9 мтр. (черт. 161). Цѣлью послѣдняго было прекратить сообщеніе съ городомъ при приближеніи непріятеля. Арки украшены архивольтами; передовые отводы имѣютъ въ планѣ форму равносторонняго треугольника, а задніе—полу-восьмиугольника.

Въ 1632 г. былъ построенъ черезъ Сену вблизи королевскаго дворца въ Парижѣ весьма прочный мостъ *de Tuillerie* или *pont Royal*, который черезъ 24 года послѣ его сооруженія сгорѣлъ вмѣстѣ съ находившейся на немъ машиной *Joly*, установленной для подъема воды. Построенный на его мѣстѣ въ 1656 г. новый, тоже деревянный мостъ былъ снесенъ высокими водами въ 1684 г., послѣ чего, для устраненія неудобствъ, представляемыхъ деревяннымъ сооруженіемъ въ самомъ оживленномъ центрѣ города, рѣшили выстроить новый мостъ изъ камня, и немедленно приступили къ исполненію этого рѣшенія по плану, составленному архитекторомъ *Jules-Hardouin-Mansard*. Работы были начаты 25 октября 1685 г., но при изготовленіи основаній для быковъ встрѣтились съ такими затрудненіями, что преодоленіе ихъ тогдашнимъ французскимъ строителямъ оказалось не подъ силу. Тогда пригласили изъ Голландіи монаха Романо, пріобрѣвшаго извѣстность сооруженіемъ моста въ *Maestvicht*. Романо устроилъ фундаментъ трехъ быковъ (черт. 162) на сваяхъ, забивка которыхъ происходила въ окруженныхъ перемычками пространствахъ, освобожденныхъ отъ воды; для кладки фундамента брали тесовые камни, ко-

которые соединяли между собою желѣзными скобами. При изготовленіи основанія для ближайшаго къ Тюилеріямъ быка, гдѣ толщина иловатаго слоя оказалась особенно значительной, Романо вычерпалъ помощію изобрѣтенной имъ, и при постройкѣ моста черезъ Маас впервые употребленной землечерпательной машины, весь слабый грунтъ, выравнилъ хорошо подошву основанія, обработанную крѣпкимъ материкомъ, и опустилъ на него нагруженный камнями ящикъ такой высоты, что верхней своей частью онъ выступалъ изъ воды; снаружи положеніе ящика укрѣпили сваями и каменной отсыпью. На этомъ фундаментѣ выстроили колодезь изъ правильно обтесанныхъ и скобами соединенныхъ камней, внутреннее пространство котораго заполнили каменнымъ матеріаломъ и залили пуццолановымъ растворомъ. Такой растворъ былъ здѣсь впервые, послѣ паденія Римской Имперіи, употребленъ для кладки погруженной въ водѣ. Когда кладка достаточно окрѣпла, нагрузили ее грузомъ, значительно превышавшимъ будущее давленіе отъ верхняго строенія моста и его нагрузки. Такъ какъ по прошествіи шести мѣсяцевъ оказалось, что отъ дѣйствія этого груза кладка сѣла всего на 27 сантиметровъ, и эту осадку приписали сжатію раствора, то признали фундаментъ вполне прочнымъ и приступили къ продолженію работъ, при чемъ въ кладку задѣлали рукописи и монеты.

Мостъ получилъ пять коробовыхъ сводовъ съ отверстіями отъ 21 до 23,5 мтр., его ширина равна 17 мтр. Для облегченія вѣзда полотно на концахъ уширено посредствомъ тропоновъ, устроенныхъ въ крайнихъ аркахъ. Мостъ находится на самомъ узкомъ мѣстѣ рѣки, поэтому вода протекаетъ здѣсь съ большою скоростью и имѣетъ значительную глубину. Вслѣдствіе того ежегодно появляются подмывы фундаментовъ, вредныя дѣйствія которыхъ предупреждаются погруженіемъ тяжелыхъ матеріаловъ въ размытыя мѣста. Тюлерійскій мостъ и въ настоящее время находится въ исправномъ состояніи.

Въ 17-мъ вѣкѣ было построено въ окрестностяхъ Парижа и Версаля нѣсколько замѣчательныхъ акведуковъ, находящихся большей частью до сихъ поръ въ дѣйствиіи. Старѣйшій изъ нихъ, *акведукъ Arcueil* (чер. 163) построила Марія Медичи въ 1624 г., для провода воды въ Парижъ; онъ замѣнилъ римскій акведукъ, построенный императоромъ Юліаномъ для снабженія водою теплыхъ бань своего дворца. Длина акведука равняется 690 мтр., наибольшая высота 21 мтр.; его каналъ расположенъ на аркахъ съ отверстіями около 8 мтр. Въ настоящее время по нему протекаетъ весьма небольшое количество воды, доставляемое прежнимъ источникомъ.

Акведукъ *Maintenon* долженъ былъ составлять часть провода, проектированнаго для снабженія Версаля водою изъ источника Eure, отстоящаго отъ него на разстоянii около 80 километровъ. Высота акведука, котораго проектная длина превышала 5 километровъ, достигала 75 мтр.; въ его наиболѣе высокой части предполагали устроить арки въ трехъ этажахъ высотой около 25 мтр. Къ постройкѣ этого акведука приступили по приказанiю Людовика XIV въ 1684 г., но вслѣдствiе бѣдствiй, постигшихъ этого монарха при концѣ его царствованiя, имѣвшихъ послѣдствiемъ почти полное сокрушенiе могущества Францiи, работы послѣ непродолжительнаго времени были приращены, и болѣе не возобновлялись. Въ настоящее время существуютъ построенныя въ 17-мъ вѣкѣ 48 арокъ съ пролетами въ 13 мтр., которыя вслѣдствiе не особенно доброкачественнаго раствора находятся въ довольно плохомъ состоянii.

Построенный въ 1686 г. версальскiй акведукъ *Vie* (чер. 164), состоитъ изъ двухъэтажныхъ арокъ съ отверстиями 5,5 мтр., его наибольшая высота не превышаетъ 24 мтр., а длина равна 410 мтр.

Другой версальскiй акведукъ *Marly* (чер. 165) построенъ въ тоже время что и предыдущiй; его высота достигаетъ 23 мтр., длина 644 мтр., а отверстия арокъ равняются 8 мтр.; послѣднiя на всемъ протяженii акведука устроены въ одинъ рядъ.

Постройка изображеннаго на черт. 166 моста черезъ р. *Garonne* въ Тулузѣ была начата въ 1542 г., но вслѣдствiе разныхъ препятствiй ее окончили только въ 1632 г. Онъ состоитъ изъ коробовыхъ арокъ, которыхъ отверстия отъ середины къ берегамъ уменьшаются съ 34,4 до 14 мтр.; ширина между парапетами достигаетъ 20 мтр. Въ тимпанахъ оставлены пустоты, которыя снаружи весьма удачно окаймлены тесовымъ камнемъ; изъ камня изготовлены также наружныя части сводовъ, а щелевыя стѣны сложены изъ кирпича. Формы какъ самаго сооруженiя такъ и его украшенiй удовлетворяютъ эстетическому вкусу; общему впечатлѣнiю мѣшаетъ немного чрезмерная толщина опоръ, достигающая 8 мтр., значительно стѣснившая живое сѣченiе рѣки. Вслѣдствiе того во время половодья вода у моста нерѣдко выступаетъ изъ береговъ и послѣ необычайно высокихъ водъ въ 1875 г. было рѣшено мостъ разобрать. Но въ послѣдствiи это рѣшенiе измѣнили, и изящный тулузскiй мостъ существуетъ до сихъ поръ.

Въ 1660 г., построенъ въ Пизѣ мостъ *Ponte di Mezzo*, отличающiйся особенно хорошимъ исполненiемъ кладки (чер. 167). Всѣ его карнизы изготовлены изъ бѣлаго мрамора, но профили ихъ тяжелые, не соответствующiе размѣрамъ сооруженiя. Весь

мость выстроены изъ камня, за исключеніемъ сводовъ, которые сложены изъ кирпича.

Во время владычества Генуэзцевъ въ *Корсикѣ* было построено на этомъ островѣ нѣсколько каменныхъ мостовъ различныхъ размѣровъ. Большинство ихъ состояло изъ малыхъ неправильныхъ арокъ съ значительными уклонами полотна. Типичнымъ образцомъ этихъ сооружений можетъ служить представленный на черт. 168 мостъ *Bevincio*. Многіе изъ этихъ мостовъ для облегченія отраженія непріятеля, получили въ планѣ ломанный видъ, что не мало усложняло ихъ конструкцію. Мостъ въ *Tavignano*, планъ котораго данъ на черт. 169, представляетъ образецъ такого сооружения.

На черт. 170 изображенъ построенный Генуэзцами мостъ въ *Pontenovo*, котораго главная арка имѣетъ отверстіе 15,54 мтр. Въ новѣйшее время французскіе инженеры увеличили его, оказавшуюся недостаточной, ширину помощію консолей до 3,06 мтр.; вслѣдствіе не особенно развитаго сообщенія на островѣ эта небольшая ширина вполне удовлетворяетъ мѣстнымъ потребностямъ. Детали консолей представлены на чертежахъ 170 а и б. На этомъ мостѣ происходила въ 1769 г., битва, имѣвшая послѣдствіемъ окончательное присоединеніе Корсики къ Франціи.

Мостъ *Zwettan* близъ *Torgau* въ Германіи (черт. 171) состоитъ изъ 12 полуциркульных арокъ съ отверстіями отъ 10,7 до 15 мтр. Въ противоположность принятому въ 17-мъ вѣкѣ правилу, по которому въ серединѣ рѣки должно находиться отверстіе, этотъ мостъ состоящий изъ двухъ, вполне симметричныхъ половинъ, имѣетъ въ серединѣ опору. Передніе отводы устроены только на каждой второй опорѣ, такъ что находящіеся между ними быки не имѣютъ ледорѣзовъ.

Чертежъ 172 представляетъ построенный въ концѣ 17-го вѣка виадукъ *Ронда въ Андалузіи* въ Испаніи. Онъ пересѣкаетъ глубокое ущелье, черезъ которое протекаетъ горный ручей, образующій много пороговъ. Высота виадука въ серединѣ 140 мтр., а пролетъ средняго отверстія 14 мтр.; на высотѣ 70 мтр., онъ укрѣпленъ распорной аркой. Опоры до высоты 38 мтр., надъ этой аркой состоятъ изъ сплошной кладки, и верхняя часть ихъ образована отверстіями, величиной 10,5 мтр., перекрытыми полуциркульными сводами. Эта часть отдѣлана изищно во вкусѣ 17 вѣка.

Технический характер мостовъ, построенныхъ въ XVI и XVII вѣкѣ.

Мосты 16-го и 17-го столѣтій указываютъ на значительное усовершенствованіе ихъ конструкціи сравнительно съ мостами среднего вѣка. Изобрѣтеніе землечерпательной машины, употребленной впервые при мостѣ въ Maestricht, сдѣлало возможнымъ устранять изъ мѣста основанія ненадежный грунтъ подводнымъ образомъ. вмѣсто прежнихъ каменныхъ отсыпей, черезмѣрно стѣснявшихъ сѣченіе рѣки, получили предпочтеніе, для укрѣпленія подошвы фундамента, свайные ростворки, а въ одномъ случаѣ, для возможности исполненія подводной кладки безъ устройства перемычекъ, примѣнили при сооруженіи опоръ погруженные ящики (кессоны). Забытый со времени паденія Римской Имперіи пуццолановый растворъ начинаетъ вновь появляться, и надо полагать что его возобновленіе обязано не новому открытію, но римскимъ сочиненіямъ, изъ которыхъ лучшіе строители того времени черпали свои знанія. Кромѣ полуциркульныхъ начинаютъ употреблять и пологія, (коробовыя и лучковыя) арки, цѣлью которыхъ было, главнымъ образомъ, замѣнить крутые наклонные вѣзды мостовъ средняго вѣка горизонтальнымъ, или почти горизонтальнымъ полотномъ.

Немалыя затрудненія встрѣчали строители этого времени при опредѣленіи толщины сводовъ и опоръ; вслѣдствіе полного отсутствія знаній по сопротивленію матеріаловъ они должны были полагаться на собственное практическое чувство, принимая во вниманіе лучшія прежнія сооруженія. Знаменитый французскій инженеръ Gauthey предлагалъ ученымъ въ началѣ 18-го столѣтія слѣдующіе вопросы:

1) Какую толщину должны получить устои (береговыя опоры) въ зависимости отъ пролета арокъ и величины ихъ нагрузки?

2) Какая зависимость существуетъ между шириною быковъ, отверстиями арокъ и ихъ грузомъ?

3) По какому правилу слѣдуетъ опредѣлять толщину свода въ ключѣ, при разной величинѣ отверстія?

Желая хотя приблизительно отвѣтить на эти, насущныя для инженера вопросы не дожидаясь мнѣній ученыхъ, Gauthey приводитъ правила, которыми руководились его предшественники. Такъ по Леону-Баптистѣ-Альбертѣ толщина опоръ должна равняться $\frac{1}{3}$ отверстія, а по Палладіо—не менѣе $\frac{1}{6}$ и не болѣе $\frac{1}{4}$ отверстія. Въ древнихъ мостахъ толщина колеблется между $\frac{1}{6}$ и $\frac{1}{8}$

отверстия; такъ въ мостъ Rimini это отношеніе равно 12,3 въ мостъ Bachiglione— $\frac{1}{6}$, Rerone— $\frac{1}{598}$, Ponte Sixto въ Римѣ— $\frac{1}{3}$, въ мостахъ Santo Angelo (Adriano), ponte dei Quattro-Capi, Tarpejus или Fabricius и Milvius— $\frac{1}{2}$. Изъ этихъ и другихъ примѣровъ Gauthey выводитъ правило, что толщина опоръ должна равняться около $\frac{1}{5}$ отверстія. Толщина свода въ ключѣ получается изъ древнихъ сооружений отъ $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{17}$ пролета. Этими отношеніями руководились строители даже въ началѣ 19-го вѣка, пока опыты, произведенные надъ сопротивленіемъ каменныхъ матеріаловъ и развитіе строительной механики не уяснили всесторонне вопроса о размѣрахъ сводовъ и опоръ.

Эпоха возрожденія не осталась безъ замѣтнаго вліянія и на постройку мостовъ. Ея дѣйствіе отразилось главнымъ образомъ на мостахъ въ Италіи, и отчасти во Франціи. Въ этомъ отношеніи особенно замѣчательны мосты Trinite (Тройцинъ мостъ) и Rialto въ Италіи, и Тулузскій мостъ и Pont Neuf въ Франціи. Менѣе прогресса замѣчается въ 16-мъ и 17-мъ вѣкахъ въ Германіи, гдѣ мосты, вслѣдствіе чересзѣрной толщины сводовъ получали тяжелый и неуклюжій видъ; выгодныя исключенія изъ общей массы представляютъ мосты въ чешской Прагѣ и въ Цвѣтовѣ (Zwettau). Вѣдучъ Ronda свидѣтельствуетъ о значительномъ развитіи вкуса и строительнаго искусства въ Испаніи. Въ общемъ во всѣхъ странахъ Запада замѣтно болѣе или менѣе сильное стремленіе къ совершенствованію, достигающее въ нѣкоторыхъ изъ нихъ довольно высокой степени развитія.

Мосты въ Китаѣ и Японіи.

Кромѣ мостовъ со сводами, конструкція которыхъ въ общихъ чертахъ описана выше, существуетъ въ Китаѣ немало мостовъ, перекрытыхъ плитами, нерѣдко огромныхъ размѣровъ. Вслѣдствіе китайской замкнутости свѣдѣнія объ этихъ сооруженияхъ весьма скудны, и время ихъ постройки неизвѣстно, но судя по вѣшнимъ признакамъ можно полагать, что начало нѣкоторыхъ изъ нихъ принадлежитъ весьма отдаленному времени.

По разсказу испанца Mendosa, жившаго въ 16-мъ вѣкѣ, партія путешественниковъ, состоявшая изъ двухъ испанскихъ монаховъ августиновъ и двухъ офицеровъ, подходи въ 1575 г. къ городу Чин-Чу, встрѣтила здѣсь большой мостъ, образованный каменными балками длиной 22 фута и шириной 5 футовъ, вся длина котораго превышала 800 шаговъ. Въ другомъ мѣстѣ Mendosa упоминаетъ о мостѣ въ Ан-Чу, длиною 1300 шаговъ.

Англійскій писатель Astley передаетъ что въ 1662 г. нѣмецкіе послы перешли вблизи города *Хок-Сва* рѣку *Ло-Янъ* по мосту, замѣчательному составлявшимися его каменными балками огромныхъ размѣровъ, длина которыхъ достигала 70 футовъ. Neesk въ своей „Iconographic Encyclopedia“ описалъ мостъ находившійся въ той же мѣстности что и предыдущій, котораго длину онъ опредѣляетъ въ семь съ половиной верстъ.

Въ *Фу-Чеу* Neesk видѣлъ мостъ, котораго длина превышала 6 верстъ а ширина равнялась около 70 футамъ. Miss Gordon Cumming въ своихъ „Путешествіяхъ по Китаю“ говоритъ что мостъ въ *Фу-Чеу* носитъ названіе „Ван-Шоу-Кю“, т. е. мостъ десяти тысячъ столѣтій, и что его длина не превышаетъ $\frac{1}{3}$ англійской мили. Она приводитъ что полотно этого моста, котораго ширина равна 14 футамъ, состоитъ изъ огромныхъ плитъ сѣраго гранита, длина которыхъ доходитъ до 45 фут., а вѣсъ, при поперечномъ сѣченіи въ 3 квадр. фута, превышаетъ 30 англ. тоннъ. Плиты расположены на 49 каменныхъ опорахъ, оканчивающихся въ верховой и низовой части острыми ребрами, образующими клинообразные отводы. Miss Gordon добавляетъ, что мостъ Ван-шоу-кю существуетъ 900 лѣтъ, но не приводитъ источника, изъ котораго это число ею заимствовано.

Въ *Кун-Ку* находятся и теперь развалины моста, по конструкціи похожаго на предыдущій, но значительно бѣльшей длины, а вверхъ по теченію, выше Фу-чеу, другой такой же мостъ, имѣющій 24 каменные опоры. Въ 1876 г. послѣдній былъ затопленъ высокими водами, но выдержалъ огромный напоръ ихъ безъ поврежденій, кромѣ небольшой части каменныхъ перилъ, обвалившейся въ рѣку.

Gordon-Cumming описала еще одинъ мостъ, находящійся въ 20 миляхъ отъ *Нин-По* (Ning-Po), котораго опоры состоятъ изъ отдѣльных плитъ, расположенныхъ группами въ стоячемъ положеніи. Мостъ покрытъ черепичной кровлей, и имѣетъ на концахъ будки для сторожей.

Въ *Японіи* мосты строили почти исключительно изъ дерева, и о существованіи въ этой странѣ каменныхъ мостовъ ничего не извѣстно.

Мосты въ Персіи.

Персія пересѣкается двумя высокими цѣпами горъ Индо-кушъ и Загросъ, тянущимися съ сѣвера на югъ. Заключенныя между ними долины получили въ теченіе вѣковъ такое заполненіе, что

всѣ онѣ возвышаются среднимъ числомъ на 1500 мтр. надъ уровнемъ моря; горы являются какъ бы утопленными въ этихъ аллювияхъ, и изъ нихъ выступаютъ только ихъ верхнія части съ весьма крутыми, почти вертикальными откосами. На столь крутыхъ склонахъ не могутъ задерживаться земляныя массы, а попадающія на нихъ дождевыя воды и тающій снѣгъ быстро стекаютъ внизъ унося съ собою всѣ продукты вывѣтриванія. Горы въ Персіи лишены по этому всякой растительности, и атмосферныя осадки приносятъ мало пользы долинамъ, которыхъ легко проницаемая почва пропускаетъ воду до большой глубины и такимъ образомъ дѣлаетъ невозможнымъ образованіе на ихъ поверхности какихъ бы то ни было руслъ. Растительность въ этихъ долинахъ можетъ быть возбуждена и поддержана только искусственнымъ орошеніемъ, вслѣдствіе чего страна страдаетъ почти полнымъ отсутствіемъ деревьевъ. Уже первые ея жители Аріане были принуждены строить свои жилища изъ глины и изыскивать средства для устройства изъ того же матеріала перекрытій, крышъ и потолковъ. Это обстоятельство привело къ изобрѣтенію арокъ, но не имѣя дерева для изготовленія кружалъ оказалось необходимымъ придумать такія конструкторскія сводовъ, которыя было бы возможно возводить безъ вспомогательныхъ опоръ. Эта задача была рѣшена въ Персіи удовлетворительно уже въ глубокой древности, лучшимъ доказательствомъ чего можетъ служить построенный въ 3-мъ вѣкѣ до Р. Х. въ царствованіе Ахеменида *куполъ*, котораго высота равна 30 мтр. а діаметръ пандантива—15 мтр., а также многія другія, въ разное время построенныя зданія, покрытыя сводами, представляющими большую аналогію съ готическими сводами 12-го вѣка. Пять большихъ куполовъ, построенныхъ Ахеменидами и Сассанидами, не смотря на неоднократныя сотрясенія почвы, существуютъ до сихъ поръ; изъ нихъ три находятся въ Фирузабадѣ.

Во время своего могущества, и особенно въ эпоху Великаго Кира (6-й вѣкъ до Р. Х.), Персія была богата цвѣтущими городами, соединенными между собою искусственными дорогами, на которыхъ находилось немало мостовъ. Къ сожалѣнію въ исторіи не осталось описанія ни одного изъ нихъ, но ихъ существованіе она подтверждаетъ нѣскольkokратно. Такъ изъ исторіи узнаемъ, что „для сообщенія различныхъ областей съ столицей были построены искусственныя дороги“ и что „по всѣмъ болѣе или менѣе закрытымъ мѣстамъ, у *мостовъ* и тѣсныхъ проѣздовъ располагались сторожевыя посты“, и „по дорогѣ изъ Сардъ въ Сузу было 111 такихъ постовъ“. Но изъ этихъ сооруженій ни

въ самой Персїи, ни въ сосѣднихъ ей странахъ „прорѣзанныхъ спокойно текущимъ Евфратомъ и сильно бующимъ Тигромъ“ не осталось ни одного, построеннаго ранѣе 3-го вѣка до Р. Х. Причиною тому были главнымъ образомъ опустошенія, произведенныя овладѣвшими этой страной варварами, а, вѣроятно, и матеріалъ, изъ которыхъ каменные мосты состояли. Не имѣя возможности строить своды изъ естественнаго камня, не смотря на громадныя залежи превосходнаго известняка и мрамора, такъ какъ не было матеріала пригоднаго для изготовленія необходимыхъ кружалъ, строили эти сооруженія изъ кирпича или мелкаго камня, которыя, очевидно, не могли имѣть крѣпости сложенныхъ на кружалахъ сводовъ, и потому безъ затрудненія уничтожались варварскими полчищами.

Такъ какъ безъ употребленія кружалъ крутой сводъ легче построить чѣмъ пологій, то первоначально всѣ своды въ Персїи были стрѣльчатые, при чемъ простую кладку продолжали обыкновенно до половины высоты арки, но вблизи внутренней направляющей горизонтальныя швы, постепенно переходили въ наклонныя, такъ что на высотѣ, равной половинѣ подъема, онѣ имѣли наклонъ пять.

Положеніе пять персидскихъ сводовъ соотвѣтствуетъ довольно точно шву излома, т. е. тому шву, на высотѣ котораго при правильной кладкѣ располагають пяты и по теоретическимъ соображеніямъ. Постепенный переходъ отъ наклона пять къ горизонтальному направленію, очевидно, лучше соотвѣтствуетъ дѣйствующимъ въ сводѣ усиліямъ, чѣмъ внезапное измѣненіе нормальнаго направленія швовъ въ горизонтальное, и такъ какъ вслѣдствіе медленнаго перехода арочная кладка ниже пять получала значительную толщину, то линія давленія и въ этомъ мѣстѣ не выходила изъ кладки свода и пересѣкала швы подъ угломъ, менѣе отклоняющимся отъ прямого чѣмъ при горизонтальной поднятой кладкѣ. Весьма хорошимъ образцомъ персидской кладки сводовъ можетъ служить описанный ниже Красный мостъ на Кавказѣ, сохранившійся въ хорошемъ состояніи до сихъ поръ.

Полуциркульные своды, вслѣдствіе трудности ихъ изготовленія безъ помощи кружалъ, въ древней Персїи не строились; по крайней мѣрѣ не имѣется въ этой странѣ ни одного полуциркульнаго свода, который былъ бы построенъ ранѣе 4-го вѣка по Р. Х. Такіе своды начали впервые строить Сассаниды, царствовавшіе въ теченіе 4-го и 5-го столѣтій по Р. Х. и два изъ нихъ удержались до нашего времени. Одинъ, построенный въ 5-мъ вѣкѣ, перекрываетъ ворота крѣпости *Хустеръ* (Chouster) (чеп. 173) ши-

рина которыхъ равна 3,4 мтр; онъ сложенъ изъ тесовыхъ камней, чрезвычайно точно притесанныхъ другъ къ другу, и швы ихъ направлены по радіусамъ полукруга. Кладка опоръ его состоитъ тоже изъ тесоваго камня.

Другой полуциркульный сводъ принадлежитъ сооруженію, замѣчательному какъ своей формой, такъ и способомъ исполненія кладки. Оно находится въ Ктезифонѣ (Ctesiphon) и извѣстно подъ названіемъ *арки Хезроя*; это имя оно получило отъ Хезроя, построившаго его въ 6-мъ вѣкѣ (чер. 174). Арка составляетъ часть древняго дворца, котораго длина въ фасадѣ 91 мтр. а высота 35 мтр.; внутри его находится громадная, сводомъ покрытая зала, имѣющая 26 мтр. въ ширину; ея длина 35 мтр. а высота до вершины свода—31 мтр. По обѣимъ сторонамъ грандіозныхъ воротъ фасадъ украшенъ рядами полуциркульныхъ арокъ, расположенныхъ въ нѣсколько этажей между выступающими впередъ пилястрами. Все сооруженіе сложено изъ обожженнаго кирпича большихъ размѣровъ. Главная арка имѣетъ форму эллипсиса, котораго большая ось вертикальна; отношеніе подъема къ отверстію почти равно $\frac{3}{4}$. До нѣва излома снизу сводъ выведенъ горизонтальной кладкой, а въ остальной части—независимыми другъ отъ друга кольцами, при чемъ въ первомъ кольцѣ кирпичи положены параллельно плоскости свода, а во второмъ—нормально къ ней. Эта арка находится въ хорошемъ состояніи до сихъ поръ не смотря на многія землетрясенія, которымъ она подвергалась въ разное время.

На югѣ отъ Кумъ дерево совѣтъ не растетъ, и жители принуждены строить не только стѣны, но и потолки своихъ зданій изъ глины. Послѣдніе выводятся обыкновенно въ видѣ куполовъ сложенныхъ изъ сырца на глинистомъ растворѣ, и только въ лучшихъ зданіяхъ куполы выведены изъ обожженнаго кирпича. Для защиты отъ непогоды сырцовые куполы покрыты шапкой изъ соломы и глинистаго раствора, а въ дождливыхъ странахъ эта шапка вымощена сверху обожженнымъ кирпичемъ.

Такъ какъ купольная кладка кружалъ вообще не требуетъ, то въ Персіи она весьма распространена. Обширное примѣненіе она получила при устройствѣ водяныхъ резервуаровъ, называемыхъ въ Персіи абамбаръ (отъ абъ—вода, и амбаръ—магазинъ *). Въ Казбѣ находится много такихъ резервуаровъ, и нѣкоторые изъ нихъ вмѣщаютъ болѣе 6000 кубическихъ метровъ воды. Въ планѣ они имѣютъ обыкновенно квадратную форму, и для сохраненія

*) Слово „амбаръ“ весьма распространено и въ Россіи.

свѣжести воды погружены въ грунтъ, изъ котораго выступаютъ только ихъ куполы, расположенные внутри на пандантивахъ. Фасады этихъ резервуаровъ часто отдѣланы съ большой роскошью; воду изъ нихъ берутъ помощью крановъ, устроенныхъ на глубинѣ отъ 10—20 мтр. ниже поверхности земли.

Изображенный на черт. 175 мостъ *Дисфуль* построенъ во времена Сассанидовъ въ 4 мѣ вѣкѣ. Онъ состоитъ изъ 23 арокъ, которыхъ отверстія равны 7,05 мтр.; а вся длина его достигаетъ 380 мтр. Толщина опоръ превышаетъ 9 мтр; въ пазухахъ устроены пустоты, перекрытыя малыми сводами. Кладка опоръ состоитъ изъ рѣчныхъ булыгъ, но снаружи облицована тщательно обработаннымъ камнемъ. Всѣ опоры, за исключеніемъ трехъ, сохранились до сихъ поръ въ прежнемъ видѣ, но арки, которыя первоначально были тоже каменные, замѣнены въ періодъ отъ 9—15-го вѣка кирпичными въ персидскомъ стилѣ, т. е. имѣютъ видъ стрѣлчатой кривой о 4-хъ центрахъ. Такую-жъ форму получили при перестройкѣ и малые своды въ тимпанахъ.

Мостъ въ *Хустеръ* (чер. 176) построилъ Шапуръ I въ 5-мѣ вѣкѣ на плотинѣ рѣки Карунъ. Онъ имѣетъ 41 арку, отверстія которыхъ не одинаковы, но не болѣе 8 мтр; вся длина его равна 515,6 мтр., ширина 5 мтр., а высота надъ гребнемъ плотины—9,5 мтр.; фундаментъ и опоры, какъ и въ мостѣ Дисфуль, изготовлены изъ рѣчнаго граія и облицованы тесовымъ камнемъ. Этотъ родъ кладки, называемой нынѣ бетономъ или конкритомъ, занесенъ въ Персію Римлянами во время ихъ управленія этой страной; она встрѣчается въ гражданскихъ и военныхъ сооруженияхъ многихъ другихъ мѣстностей, входившихъ въ составъ прежней Римской Имперіи. Первоначальные своды въ большей части обрушились и замѣнены новыми изъ тесоваго камня, а оставшіеся носятъ на себѣ слѣды многочисленныхъ исправленій. Ось моста представляетъ въ планѣ неправильную ломаную линію (чер. 176а), вслѣдствіе чего большинство его сводовъ косые.

На дорогѣ изъ Тифлиса въ Тавризъ, но ближе къ первому городу, находится такъ называемый *Красный мостъ*, который, судя по типу арокъ и формѣ его деталей, построенъ персами по всей вѣроятности въ серединѣ XI-го вѣка. Съ того времени онъ подвергался частымъ исправленіямъ, но его югозападная сторона сохранилась въ прежнемъ видѣ. (Черт. 177). Красный мостъ состоитъ изъ 4 стрѣлчатыхъ арокъ съ отверстіями отъ 7,95 до 29,8 мтр.; за исключеніемъ переднихъ отводовъ, выведенныхъ изъ камня, все сооруженіе сложено изъ кирпича. Въ лицевой части обыкновенная кирпичная кладка продолжается до высоты 8 метровъ

выше пять свода, но вблизи къ внутренней направляющей ея горизонтальные швы постепенно переходятъ въ наклонные, приближающіеся къ нормальнымъ. (Чер. 177а). Въ верхней части кладка свода состоитъ изъ четырехъ самостоятельныхъ слоевъ, сопрягающіе швы которыхъ направлены къ двумъ центрамъ, находящимся на линіи пять въ разстояніяхъ около 2,5 мтр. отъ средней вертикали. Въ внутренней части арки продольный разрѣзъ представляетъ снизу такую-жъ кладку, какъ и въ лицевой, но верхняя часть сложена иначе: въ обоихъ нижнихъ кольцахъ кирпичи расположены вертикально въ плоскостяхъ, параллельныхъ щековой, а въ верхнихъ они имѣютъ на всемъ протяженіи свода такое-жъ положеніе, какъ и снаружи (чер. 177а). На черт. 177b представленъ видъ арки снизу, въ которомъ указана часть, выведенная вертикальными кирпичами, параллельными лицевой сторонѣ. Въ тимпанахъ образованы пустоты продольными сводиками, и въ нихъ, какъ это видно на черт. 177с, кирпичи расположены тоже вертикально въ плоскостяхъ, перпендикулярныхъ къ ихъ оси.

Криволинейная форма швовъ ниже пять имѣла цѣлью дать возможность вывести большую часть свода безъ употребленія временныхъ опоръ, не отклоняясь значительно отъ нормальнаго направленія швовъ и въ нижней части его. Такую кладку продолжали до тѣхъ, пока наклонъ швовъ не достигъ величины угла тренія, и кирпичи держались на наклонной плоскости однимъ сопротивленіемъ тренія. При сооруженіи средней части свода не было возможно обойтись безъ кружалъ, но по неимѣнію дерева достаточныхъ размѣровъ оказалась неизбѣжность употреблять легкіе и узкіе лѣса. На этихъ лѣсахъ могли работать безопасно не болѣе 2 — 3-хъ каменщиковъ, которые какъ можно скорѣе изготовляли два или три слоя наружнаго кольца. Когда послѣдніе были готовы, то они служили подмостками для рабочихъ, строившихъ верхнюю часть свода. Стремленіе избѣжать употребленія дерева доходило до того, что даже малые сводики въ тимпанахъ складывали вертикальными слоями *). Въ Персіи такая конструкція была обусловлена необходимостію, но она не можетъ быть примѣнима для сводовъ, подвергающихся дѣйствию большой подвижной нагрузки, сопровождаемому значительными сотрясеніями, какъ напр. въ случаѣ желѣзнодорожнаго моста.

*) Подобнаго рода кладка сводовъ употребляется теперь не рѣдко въ архитектурныхъ сооруженіяхъ для нетяжелыхъ потолковъ. Описание ея можно найти въ сочиненіи Моллера „Beiträge zur Lehre von den Constructionen“, и въ др.

Мостъ *Эриванскій* построенъ тоже на дорогѣ Тифлисъ-Тавризъ въ широкой долинѣ, оканчивающейся у подножья Арарата. Его сооруженіе относятъ къ началу 12-го вѣка; въ 1830 г. онъ былъ исправленъ русскими инженерами и находится теперь въ хорошемъ состояніи. Такъ какъ мостъ расположенъ въ мѣстности, гдѣ дерево не представляетъ рѣдкости, то оба его свода, которыхъ отверстія равны 14 и 14,1 мтр., могли быть сложены изъ тесоваго камня. Арки имѣютъ стрѣльчатую форму (чер. 178) и окаймлены двойной архивольтой; покои устоевъ и быковъ облицованы тесовымъ камнемъ, а кладка тимпановъ состоитъ попеременно изъ слоя кирпича и слоя бетона. Ширина моста между парапетами равняется 6,47 мтр., а вся длина его—87,5 мтр.

Дѣвичій мостъ (Дохтаре-Поль) (чер. 179) находится на дорогѣ, по которой, начиная съ 11-го вѣка, двигались полчища татаръ. Онъ построенъ на горномъ ручьѣ Кисилу-су, въ пяти этапахъ отъ города Тавризъ съ роскошью, представляющею противоположность сравнительно съ простотой Краснаго моста. Дѣвичій мостъ состоитъ изъ трехъ стрѣльчатыхъ арокъ, изъ которыхъ средняя имѣетъ отверстіе 24 мтр., а обѣ боковыя—по 17 мтр. Центральная арка украшена съ верховой стороны золотой надписью на эмалированной плитѣ изъ фаянса темно-синяго цвѣта, прекрасно гармонирующаго съ цвѣтомъ стариннаго кирпича; надпись на архивольтѣ посвящена прославленію Аллаха, а содержаніе текста, вырѣзаннаго на мраморной плитѣ, сохранившейся довольно хорошо на вершинѣ одного изъ передовыхъ отводовъ, остается пока неизвѣстнымъ.

Чертежъ 179а представляетъ часть этого моста въ увеличенномъ масштабѣ. Изъ него видно, что крайній сводъ образованъ стрѣльчатой (готической) кривой, описанной изъ четырехъ центровъ; подъемъ ея равенъ половинѣ отверстія. Такія кривыя употреблялись въ 13-мъ вѣкѣ въ Персіи почти исключительно, ея устройство рядомъ съ обыкновенной стрѣльчатой кривой даетъ основаніе предполагать, что Дѣвичій мостъ былъ построенъ въ серединѣ 12-го вѣка.

Всѣ особенности кладки Краснаго моста встрѣчаются и въ Дѣвичьемъ, съ той только разницей, что нормальная кладка свода начинается въ самой нижней части его. Въ верхней части кольца, образованнаго вертикальными кирпичами, имѣютъ большую относительную высоту, чѣмъ въ другихъ сооруженияхъ. Кладка сводковъ, образующихъ пустоты въ тимпанахъ, упирается на арки, выступающія изъ свода въ верхъ въ видѣ утолщеній.

Этимъ вполне плесообразнымъ устройствомъ прочность свода

не мало увеличилась, такъ какъ онъ получилъ скрѣпленія на тѣхъ мѣстахъ, на которыя дѣйствуетъ наибольшая нагрузка. Сводъ образованъ какъ бы арочными ребрами, промежутки между которыми забраны арками меньшей толщины. Ширина опоръ равняется половинѣ діаметра центральной арки, а полуотверстія боковыхъ арокъ относятся къ этой ширинѣ какъ $1 : \sqrt{2}$, т. е., какъ сторона квадрата къ его діагонали. Длина моста достигаетъ 120 мтр., а его ширина—около 10 мтр.

Мостъ *Мяне* (Mianeh) (чер. 180) построенъ въ 1580 г. князьями Зевевисъ; онъ находится на небольшомъ разстояніи отъ Дѣвичьяго моста по сѣверовосточному направленію. Мостъ образованъ 23 арками съ отверстіями по 6,3 мтр., опирающимися на быки, толщиной 4,76 мтр.; вся длина его равна 198 мтр. Верхняя часть свода сложена по персидскому способу: нормальное направленіе швовъ продолжается ниже шва излома въ кладкѣ опоръ до линіи центровъ стрѣлчатой направляющей. Передніе отводы трехугольные, и на нихъ основаны пилястры, служащіе опорами для полубашенокъ, оканчивающихся на высотѣ парапета. Часть сооруженія ниже пяти облицована тесовымъ камнемъ, а вся остальная кладка кирпичная. Пустоты въ пазухахъ покрыты полукруглыми сводами, оси которыхъ параллельны оси главной арки.

Мостъ въ *Тавризѣ* (чер. 181) построилъ шахъ Аббасъ Великій въ 1610 г. Онъ образованъ 18 персидскими арками съ отверстіями отъ 4,92 до 8,76 мтр.; его длина равна 157, а ширина—4,6 мтр.

Въ планѣ (чер. 181а) мостъ имѣетъ ломаный видъ, обусловленный вѣроятно разной глубиной рѣки и качествомъ грунта, желая избѣгать опоръ на глубокихъ мѣстахъ и устройства ихъ фундамента на слабомъ грунтѣ. Нижняя часть опоръ сложена изъ надгробныхъ камней, взятыхъ съ кладбища Тавриза; въ пазухахъ надъ тремя изъ нихъ находятся пустоты, имѣющія такое-жъ устройство, какъ въ Дѣвичьемъ мостѣ. Дорога, на которой находился этотъ мостъ, имѣла прежде важное значеніе, но теперь къ нему ведетъ только тропинка.

Мостъ *Аллах-Верди-Ханъ* (чер. 182) построенъ въ 1618 г. при шахѣ Аббасѣ, для соединенія вновь основаннаго передмѣстья Дюльфа съ городомъ Испаганъ, однимъ изъ его полководцевъ, по имени котораго мостъ названъ, на собственный счетъ послѣдняго. Онъ состоитъ изъ 33 стрѣлчатыхъ арокъ съ отверстіями въ 5,57 мтр., и изъ трехъ меньшихъ арокъ на концахъ; его длина, включая укрѣпленіе вѣзда, равняется 297,76 мтр., а ширина—13,75 мтр. Вдоль обѣихъ сторонъ проѣзжей части идутъ галле-

реи, образованныя аркадами съ отверстіями въ 3 мтр., имѣющія цѣлью составлять защиту отъ непогоды и палящихъ лучей солнца; на концахъ галлерей устроены павильоны съ кофейнями и продажей фруктовъ. Опоры расположены на каменномъ массивѣ, ширина котораго превышаетъ значительно ширину моста, устроенномъ такимъ образомъ, что на немъ можно образовать бревнами небольшую плотину для цѣлей орошенія. Каждая опора состоитъ изъ двухъ частей, между которыми находится отверстіе, перекрытое персидской аркой; эти отверстія даютъ возможность при низкой водѣ переѣзжать черезъ рѣку по массиву подъ мостомъ. Для этого массивъ вымощенъ большими плитами; съ низовой стороны онъ продолженъ за опоры на длину 11 мтр., и оканчивается двумя ступеньками, высотой 0,9 мтр. каждая, по которымъ вода стекаетъ каскадами. Между опорами полотно поддерживается пологими куполами, отдѣланными съ большимъ изяществомъ; переходъ отъ квадратнаго пространства между опорами къ круглой формѣ купола образованъ пандантивами. На черт. 182b представленъ въ увеличенномъ масштабѣ поперечный разрѣзъ моста, на черт. 182a—его продольный видъ, а на черт. 182c—видъ куполовъ снизу.

Въ *Испани* находятся на рѣкѣ *Цендерудъ* еще три другихъ моста; одинъ выше прежняго, служащій акведукомъ, и два расположенные внизъ по теченію, изъ которыхъ болѣе удаленный извѣстенъ подъ названіемъ *Хассанъ-Бей*. Въ своихъ главныхъ частяхъ послѣдній представляетъ въ многихъ отношеніяхъ копію моста Аллах-Верди-Ханъ, (чер. 183), но поразмѣрамъ онъ меньше, такъ какъ длина его не превышаетъ 125 мтр., а ширина—11,7 мтр.; отверстія арокъ измѣняются отъ 2,5 до 3,82 мтр. Сооруженіе основано тоже на каменномъ массивѣ, имѣющемъ видъ плюза, прорѣзы котораго закрываются щитами, вращающимися около горизонтальной оси. Послѣдніе устроены такимъ образомъ, что во время, когда плотина открыта, они образуютъ между опорами мостъ, возстановляющій сообщеніе между берегами внизу. Въ средней части верхняго моста устроенъ павильонъ, въ которомъ можно пользоваться освѣжающимъ дѣйствіемъ рѣки; для той-же цѣли паралеты по бокамъ полотна замѣнены галлерейми.

На черт. 183b представленъ видъ, а на черт. 183c—планъ этого павильона съ примыкающими къ нему галлерейми. На концахъ моста находятся кромѣ того меньшіе павильоны, планы которыхъ видны на черт. 183d. Тимпаны и баллюстрады украшены фаянсовой мозаикой очень живыхъ цвѣтовъ, и все сооруженіе отдѣлано богато и съ большимъ вкусомъ.

Приведенные примѣры уясняютъ достаточно выработанный въ

древней Персіи характеръ каменныхъ мостовъ. Изъ нихъ видно, что вслѣдствіе необходимости строить своды безъ кружалъ былъ придуманъ особый способъ кладки, рѣшившій предстоящую задачу весьма удовлетворительно; таже необходимость заставила отдать предпочтеніе стрѣлчатой кривой, которая въ Персіи употребляется для сводовъ почти исключительно. Весьма вѣроятно, что она пользовалась въ этой странѣ общимъ распространеніемъ уже во времена Кира; въ Европѣ стрѣлчатая кривая встрѣчается въ первыхъ римскихъ сооруженіяхъ, но затѣмъ о ней совсѣмъ забыли и только въ 12-мъ вѣкѣ ее начали вновь употреблять главнымъ образомъ въ религіозныхъ постройкахъ. Для большихъ пролетовъ она мало годится, такъ-же какъ и персидская кладка сводовъ, которая не можетъ быть употребляема для сооружений, подвергаемыхъ дѣйствію тяжелыхъ и живыхъ грузовъ, но для покойныхъ малыхъ нагрузокъ, съ какими приходится имѣть часто дѣло при архитектурныхъ постройкахъ, она можетъ быть съ выгодой употребляема вслѣдствіе ея меньшей стоимости. Какъ выше было упомянуто, подобный способъ кладки получилъ примѣненіе въ многихъ большихъ зданіяхъ въ Германіи, гдѣ онъ изобрѣтенъ въ первой половинѣ текущаго столѣтія независимо отъ персидскихъ сооружений, конструкція которыхъ до недавна была Европѣ совсѣмъ неизвѣстна. Несмотря на то, что со времени присоединенія Кавказа къ Россіи прошло болѣе столѣтія, не имѣется на русскомъ языкѣ ни одного описанія столь интересныхъ сооружений, какъ напр. Красный или Эриванскій мостъ.

Мосты, построенные въ XVIII вѣкѣ.

До 1716 г. постройкой мостовъ и дорогъ занимались архитектора и строители, не имѣвшіе нужной для того подготовки, а нерѣдко эти работы исполнялись простыми каменщиками и плотниками самостоятельно, безъ всякаго интеллигентнаго руководства. Хотя, какъ изъ предыдущаго видно, и до 1716 г. было создано не одно выдающееся сооруженіе, вполне соответствовавшее своей цѣли, но такіе случаи были исключеніями. Обыкновенно сооруженія страдали бесполезнымъ нагроможденіемъ матеріала, недостаточной крѣпостью и неуклюжестью; они требовали постоянныхъ исправленій и передѣлокъ, присущихъ всѣмъ, неумѣло исполненнымъ постройкамъ, и, несмотря на большія затраченія на нихъ средства, оказывались нерѣдко плохо удовлетворявшими своему назначенію, или даже никуда негодными.

Первый толчокъ къ устраненію этого зла дала Франція, гдѣ впервые пришли къ убѣжденію что мосты и дороги требуютъ особо подготовленныхъ инженеровъ, и ихъ постройка не должна быть предоставляема лицамъ, хотя бы даже и знакомымъ съ строительнымъ дѣломъ, но не имѣющимъ опыта по возведенію инженерныхъ сооружений. 1-го февраля 1716 г. (по новому стилю) былъ изданъ декретъ, который устанавливалъ, что для улучшенія путей сообщенія въ Франціи организуется „корпусъ мостовъ и дорогъ“, находящійся подъ начальствомъ лица, носящаго титулъ; „Первый Инженеръ“. На обязанностяхъ этого корпуса лежало составленіе проектовъ всѣхъ сооружений, исполняемыхъ на счетъ казны; имъ составлялись проекты болѣе значительныхъ частныхъ построекъ, и безъ его одобренія никакія сооружения, имѣющія болѣе чѣмъ частный характеръ, не могли быть приводимы въ исполненіе.

Съ этого времени развитіе искусства постройки мостовъ пошло быстрыми шагами впередъ. Тормозившая движеніе чистая эмпірія должна была уступить мѣсто наукѣ, и послѣдняя не замедлила оказать вскорѣ свое огромное значеніе. Спорные, казавшіеся неразрѣшимыми вопросы о толщинѣ сводовъ, опоръ и прч. получили помощь ея надлежащее освѣщеніе, и усовершенствованіе сооружений приняло сразу размѣры, о какихъ прежде нельзя было и думать. Корпусъ былъ составленъ изъ лицъ, извѣстныхъ ученому міру, заявившихъ себя знаніями и способностями, и это было причиной того огромнаго успѣха, какой въ области техники удалось достигнуть этому учрежденію уже въ первые годы его существованія. Во главѣ его былъ поставленъ первый архитекторъ короля Gabriel, человекъ съ большимъ образованіемъ и обширными знаніями. По составленному имъ проекту Pitron построилъ въ 1720 г. мостъ черезъ *Loareu въ Blois*, имѣющій 11 коробовыхъ арокъ, отверстія которыхъ къ серединѣ увеличиваются отъ 16,7 до 26,2 мтр. (Чер. 184). Полотно поднимается отъ береговъ къ серединѣ съ уклономъ въ 4,9%, вслѣдствіе того во время половодья вода, несмотря на устроенный впослѣдствіи водотводный каналъ, поднимается до вершинъ береговыхъ сводовъ, между тѣмъ какъ въ тоже время она едва достигаетъ пять среднихъ арокъ. Первые три опоры, считая отъ береговъ, получили толщину 4,8 мтр., а обѣ среднія—5,2 мтр.; толщина остальныхъ быковъ превышаетъ 7,7 мтр., и взята столь значительной для того, чтобы они имѣли достаточное сопротивленіе распору и тогда, если бы по какой нибудь причинѣ одинъ изъ опирающихся на быкъ сводовъ былъ разрушенъ. Провѣрочный расчетъ показы-

васть, что толщина 5 мтр. была бы и для этой цѣли вполне достаточно. При этомъ мосты впервые были употреблены предложенныя его строителемъ Pítou висячія кружала безъ промежуточныхъ опоръ.

Въ 1732 г. военный инженеръ Henriana построилъ на дорогѣ изъ Briançon въ Têtes черезъ ущелье, по которому течетъ *Durance* мостъ съ отверстіемъ 38 мтр., котораго каменные клинья имѣютъ попеременно толщину 1,46 и 1,62 мтр. (чер. 185). Его сводъ почти полуциркульный; ширина полотна въ серединѣ 4,87 мтр., а къ опорамъ она увеличивается. Вслѣдствіе большой глубины ущелья установка кружалъ, которыя не могли получить промежуточныхъ опоръ, представляла не малыя затрудненія.

Построенный инженеромъ Нуреау въ 1733 г. мостъ въ *Compiègne на р. Oise* состоитъ изъ трехъ коробовыхъ арокъ съ отверстіями отъ 21 до 23 мтр. и пологостью $\frac{1}{3}$. Отводы имѣютъ въ сѣченіи форму стрѣлчатой кривой, составленной изъ двухъ дугъ круга, каждая длиной равной $\frac{1}{6}$ окружности. По типу этотъ мостъ представляетъ большую аналогію съ мостомъ *Port de Piles* изображеннымъ на чертежѣ 186.

Мостъ *de Charmes на р. Mosel* получилъ 10 полуциркульных арокъ съ отверстіями 19,5 мтр., и двѣ малыя арки по 10,4 мтр., раздѣленные отъ большихъ опорой, шириной 3,9 мтр., внутри которой устроена лѣстница для соединенія полотна съ берегами. Кладка опоръ состоитъ изъ бута и только своды изготовлены изъ тесоваго камня. Мостъ построенъ въ 1740 г.

Изображенный на черт. 186 мостъ *Port de Piles* черезъ Creuse построилъ инженеръ Вауеу въ 1747 г. Онъ состоитъ изъ трехъ коробовыхъ арокъ, которыхъ отверстія равны 30,2 и 31,6 мтр., а пологость— $\frac{1}{3}$.

Большинство сводовъ построеннаго въ 12 вѣкѣ моста на *Эльбѣ въ Дрезденѣ* (см. стр. 78) было разрушено въ разное время высокими водами, вслѣдствіе чего оказалось необходимымъ все сооруженіе вновь отстроить. Работы были поручены Пенельману, который въ теченіе 1724—1731 г. выстроилъ новый мостъ, воспользовавшись при этомъ фундаментами прежнихъ опоръ, которыя и при возобновленіи получили первоначальную черезмѣрную толщину. Этотъ мостъ существуетъ въ исправномъ состояніи до сихъ поръ.

Изъ другихъ построенныхъ въ то же время сооружений въ Германіи заслуживаетъ быть упомянутымъ такъ называемый ABC—мостъ (мостъ азбука) въ *Нюрнбергѣ*, оконченный въ 1728 г.

Постройка *Вестминстерскаго* моста черезъ Темзу въ Лондонѣ была начата въ 1736 г., и окончена въ 1750 г. Инженерное искусство въ Англіи стояло въ это время значительно ниже, чѣмъ во Франціи, вслѣдствіе чего исполненіе этого сооруженія было поручено приглашенному изъ Швейцаріи французскому инженеру de la Bélie. Послѣдній началъ съ того, что на мѣстахъ будущихъ опоръ вычерпалъ весь слабый грунтъ, состоявшій изъ пла, гравія и мелкаго камня. На берегу были изготовлены водонепроницаемые ящики высотой 5,2 мтр. шириной 10 мтр. и длиной около 26 мтр., которые на плотaxъ подводили къ назначенному ранѣе мѣсту и опускали на выровненное дно рѣки. Въ этихъ ящикахъ производили кладку опоръ, а когда послѣдняя достигла высоты горизонта вода, то ящики разбирали, такъ что отъ нихъ оставалось въ рѣкѣ только ихъ дно, образовавшее ростверкъ фундамента. Для защиты опоръ отъ подмыва ихъ окружили шунтовыми стѣнками, которыя забивали машиной, изобрѣтенной часовщикомъ Velone, при чемъ три лошади приводили въ вращеніе вертикальный шпиль, къ которому было прикрѣплено большое зубчатое колесо. Баба этой машины вѣсила 600 килограммовъ и падала съ высоты 6 мтр.; число ударовъ въ часъ доходило до 150. Сваи срѣзали на глубинѣ 2 метровъ ниже горизонта воды, посредствомъ подводныхъ пилъ, приводимыхъ въ движеніе веревками, точно подъ горизонтальную плоскость. Мостъ получилъ 13 полуциркульныхъ сводовъ (черт. 187), которыхъ отверстія отъ середины къ опорамъ уменьшались такимъ образомъ, что каждое слѣдующее было на 1,22 мтр. меньше предыдущаго; наибольшее отверстіе содержало 23,4 мтр., а наименьшее—16,6 мтр. Вся длина моста достигала 269 мтр., а его ширина равнялась 14,6 мтр. Одна изъ опоръ, которой сваи были забиты недостаточно глубоко, сѣла столь значительно, что оказалась необходимость разобрать оба опиравшіеся на нее своды, послѣ чего нагрузили ее грузомъ, превышавшимъ вѣсъ соотвѣтственныхъ частей сооруженія, включая и подвижную нагрузку, отъ которой она погрузилась въ первый мѣсяцъ на 14 сантиметровъ. Когда затѣмъ въ теченіе 15 дней никакой дальнѣйшей осадки замѣтно не было, то построили на ней новые своды, при чемъ для уменьшенія ея мертваго груза въ пазухахъ оставили пустоты. Въ этомъ видѣ мостъ просуществовалъ почти столѣтъ, не получивъ никакихъ поврежденій, и былъ замѣненъ въ годахъ 1864—1869 металлическимъ вслѣдствіе оказавшейся недостаточной ширины и регулированія рѣки. Новый мостъ построенъ по проекту М-га Page; онъ состоитъ изъ 7 отверстій, перекрытыхъ чугуными арками; его ширина 26 мтр., а вся длина 353 мтр.

Въ странѣ Галловъ Glamorganshire находится на рѣкѣ Taff мостъ Pont-y-Pridd, построенный самоучкой изъ мѣстныхъ рабочихъ, каменщикомъ William Edwards. Къ постройкѣ этого моста онъ приступилъ на 27 году своей жизни, въ 1746 г., но возведенное имъ сооруженіе, имѣвшее три отверстія, вслѣдствіе неправильнаго устройства основаній, простояло всего $2\frac{1}{2}$ года и сдѣлалось жертвой подмыва фундаментовъ. Тогда Edwards построилъ на прежнемъ мѣстѣ новый мостъ, получившій уже только одно отверстіе, такъ какъ первая неудача заставила его избѣгать опоръ, имѣющихъ фундаментъ въ водѣ. Новое сооруженіе было окончено благополучно, но во время изготовленія перилъ вслѣдствіе раздробленія чрезмерно нагруженнаго ключеваго камня, оно превратилось въ груду развалинъ. Но и этотъ случай не отнялъ у Edwards'a надежды достигнуть своей цѣли, онъ немедленно началъ постройку въ третій разъ; наученный предыдущимъ опытомъ онъ образовалъ въ пазухахъ пустоты посредствомъ сквозныхъ круглыхъ отверстій, по три у каждого берега, съ цѣлью уменьшенія давленія на клинья свода. Въ этомъ послѣднемъ, до сихъ поръ существующемъ видѣ (черт. 188) мостъ Pridd состоитъ изъ одной арки, которой отверстіе 42,7 мтр., пологость 1,4, а толщина въ вершинѣ 0,76 мтр. При столь значительной пологости пустоты въ пазухахъ, кромѣ уменьшенія давленія принесли еще ту важную пользу, что линія давленія получила болѣе пологій видъ и такимъ образомъ болѣе приблизилась къ оси свода.

Мостъ Blenheim близъ Оксфорда (черт. 189) находится въ паркѣ замка, подареннаго Англійскимъ парламентомъ герцогу Марльб'ру (Marlborough) въ награду за одержанныя имъ надъ Франціей побѣды. Видъ этого моста, вслѣдствіе вычурной; лишенной вкуса отдѣлки, не производитъ пріятнаго впечатлѣнія, какое навѣрно ему желали сообщить.

Мостъ Essex на р. Liffi въ Дублинѣ въ Ирландіи (черт. 190) состоитъ изъ 5 малыхъ арокъ съ чрезмѣрно толстыми опорами. Своей отдѣлкой онъ напоминаетъ прежній Вестминстерскій мостъ.

Мостъ Blackfriars черезъ Темзу въ Лондонѣ (черт. 191) построенъ въ 1760/69 гг. Онъ состоялъ изъ 9 коробовыхъ арокъ, которыхъ отверстія измѣнялись отъ 22 до 29,56 мтр. Тимпаны надъ быками были украшены нишами съ пилястрами, а наклонное полотно окаймляли изящныя перила. Толщина береговыхъ опоръ (устоевъ) превышала 12 мтр.; ширина быковъ средняго отверстія равнялась 6,1 мтр., а остальные опоры имѣли немного меньшую толщину. Фундаментъ изготовляли въ ящикахъ, изъ которыхъ первый былъ погруженъ въ 1750 г. Вслѣдствіе сломаки стараго Лон-

донскаго моста теченіе увеличилось очень сильно и подмыло основанія опоръ, отъ чего одна изъ нихъ понизилась такъ значительно, что въ опиравшемся на нее сводъ образовалась большая трещина. Для предупрежденія разрушенія сводъ подперли желѣзной аркой, а опору укрѣпили погруженной въ воду бетонной кладкой. Впослѣдствіи оказалось необходимымъ и другія арки подпереть деревянными конструкціями. Въ 1833 г. былъ исполненъ капитальный ремонтъ сооруженія, но вслѣдствіе произведенныхъ подмывами новыхъ поврежденій оно въ 1864—1869 г. было разобрано и замѣнено другимъ имѣющимъ 5 пролетовъ съ отверстиями до 56 мтр., перекрытыми чугунными арками на каменныхъ опорахъ.

Постройку моста черезъ *Лоару въ Орлеанъ* (черт. 192) началъ въ 1751 г. Ниреау по составленному имъ проекту, но вслѣдствіе послѣдовавшаго затѣмъ назначенія его Первымъ Инженеромъ главное завѣдываніе работами было поручено Perronet, замѣнившему Ниреау въ его прежней должности. Кладка опоръ производилась въ пространствахъ, огражденных перемычками, воду изъ которыхъ выкачивали насосами. Такъ какъ грунтъ дна рѣки, состоявшій, какъ изслѣдованія показали, изъ слоя песку, толщиною отъ 3 до 4 мтр., лежащаго на неправильныхъ пластахъ мергеля и туфа, былъ очень водопроницаемъ, то вода просачивалась снизу въ столь значительномъ количествѣ, что удаленіе ея дѣлалось почти невозможнымъ. Поэтому устроили чаны, которые окружили особаго рода перемычками, образовавшіе родъ колодцевъ, и спускали въ нихъ воду изъ рабочаго пространства. Опоры располагали на свайномъ роствергѣ съ брусчатой платформой; вслѣдствіе неравномѣрности грунта сваи при забивкѣ опускались весьма неодинаково, и нерѣдко возлѣ сваи, которая при погруженіи въ 2 мтр. давала совершенный отказъ, ближайшая ей слѣдующая шла легко до глубины 5 мтр. и болѣе.

Мостъ получилъ 9 коробовыхъ сводовъ съ отверстиями отъ 29,9 до 32,5 мтр.; при пологости 1,4 ширина его равна 14,9 мтр. Быки, высотой отъ 1,89 до 3,25 мтр., имѣютъ толщину отъ 5,52 до 5,85 мтр., толщина устоевъ равна 7,15 мтр., а сводовъ—въ ключѣ 2,11 мтр. въ срединѣ и 1,79 мтр. на концахъ.

Кладку арокъ производили на шпренгельныхъ кружалахъ, которыя оказались въ началѣ недостаточно крѣпкими и потому были усилены висячей конструкціей. По окончаніи сооруженія седьмой быкъ, считая со стороны города, далъ значительную осадку, поэтому для провѣрки надежности нагрузили его кладкой, вѣсомъ 1275 тоннъ, послѣ чего онъ понизился еще на 50 сантиметровъ.

Хотя при дальнѣйшемъ дѣйствіи нагрузки въ теченіе 5 мѣсяцевъ никакой осадки болѣе не оказалось, тѣмъ не менѣе сочли полезнымъ уменьшить постоянный грузъ какъ этого, такъ и другихъ быковъ помощью образованныхъ въ паузахъ пустотъ, которыя снаружи не видны, такъ какъ щековые стѣны не получили отверстій. Черезъ годъ послѣ открытія моста для движенія образовались около опоръ трехъ сводовъ подмывы глубиной до 0,65 м., грозившіе опасностью сооруженію. Для устраненія ихъ и предупрежденія образованія новыхъ забили на разстояніи двухъ метровъ отъ верхнихъ отводовъ два ряда свай почти частокомъ, отстоящіе на разстояніи 3,9 мтр. другъ отъ друга, которыя срезали на глубинѣ 1 мтр. ниже горизонта низкихъ водъ, а промежутки между ними вмѣстѣ съ выбоинами заполнили большими камнями. Вслѣдствіе этихъ добавочныхъ работъ составленная Нуреау смета въ 2,084000 ливровъ увеличилась на 587,000, такъ что мостъ обошелся 2,671000 ливр. Постройку окончилъ Перроне въ 1761 г.

Въ 1754 г. Gourdain построилъ мостъ черезъ *Mosel* близъ *Toul*, получившій 7 отверстій величиной отъ 14,6 до 16,6 мтр., перекрытыхъ коробовыми сводами изъ тесоваго камня.

Такъ называемый *Панскій мостъ* черезъ *Erieux*, имѣющій почти 7 полуциркульныхъ арокъ, построилъ Pital въ 1756 г. Его быки основаны на скалѣ, а устои—на сваяхъ; отъ подмывовъ они защищены двумя рядами свай, изъ которыхъ одинъ находится выше, а другой—ниже моста.

Въ 1753 г. инженеръ Voglie представилъ въ совѣтъ мостовъ и дорогъ составленный имъ проектъ моста черезъ *Loary* въ *Sautmir*, который послѣ одобренія былъ назначенъ къ исполненію. Постройку началъ Cessart въ 1754 г.; вслѣдствіе разныхъ затрудненій, встрѣчавшихся при устройствѣ опоръ мостъ былъ оконченъ только въ 1764 г. Сначала предполагали строить опоры между перемычками, помощью которыхъ былъ сооруженъ одинъ устой и ближайшій быкъ на сваяхъ, срезанныхъ на глубинѣ 1,3 мтр. ниже уровня низкихъ водъ. Но работы чрезмѣрно затруднялись большимъ притокомъ воды, которой былъ пропитанъ нижній грунтъ, состоявшій, какъ изслѣдованія показали, изъ слоя гравія, толщиною отъ 4 до 5 мтр.; вслѣдствіе того рѣшили для другихъ опоръ испытать способъ Belidor'a, который предлагалъ срезывать сваи подъ водою, и опустить на нихъ помощью винтоваго механизма деревянный ростверкъ, нагруженный нижними слоями кладки. Cessart изобрѣлъ для этой цѣли пилу, дававшую возможность срезывать сваи на глубинѣ до 5 мтр. подъ водою; но при обсужденіи прочихъ деталей метода Белидора нашли его

непрактичнымъ и отдали предпочтеніе способу погружаемыхъ ящиковъ, употребленному de la Belie при Вестминстерскомъ мостѣ. Ящики получили такое устройство, что дно ихъ образовало сплошной ростверкъ изъ брусевъ толщиною 25 сантиметровъ, а стѣнки разбирались. Забитыя до отказа сваи срѣзали на глубинѣ до 3,9 мтр. по возможности точно подъ горизонтальную плоскость, вычерпывали изъ пространства между ними рыхлый песчаный грунтъ и заполняли его большими камнями, поверхность которыхъ выравнивали такъ, чтобы они на 16 сантиметровъ не доходили до головъ свай. Затѣмъ опускали на сваи ящики и производили внутри его кладку, послѣ чего стѣнки разбирали и переносили ихъ къ слѣдующей опорѣ, а готовую кладку окружали крупной каменной отсыпью. Вслѣдствіе удачной конструкціи пилы оказывалось возможнымъ срѣзывать въ день до 22 штукъ свай; копры были снабжены горизонтальными шпилями, которые уменьшили число рабочихъ сравнительно съ простымъ ручнымъ копромъ на половину.

Мостъ имѣетъ 12 коробовыхъ сводовъ съ отверстиями 19,5 мтр., и пологостью $\frac{1}{3}$ (черт. 193); толщина опоръ равна 3,9 мтр., а высота до пяти сводовъ достигаетъ 5,2 мтр.

Постройка моста черезъ *Сену* въ *Mantes* (черт. 194) была начата въ 1757 г. по проекту Нуреау, который руководилъ работами до 1758 г., послѣ чего его мѣсто занялъ Perronet. Мостъ образованъ тремя арками, изъ которыхъ главная имѣетъ отверстіе 39 мтр., его ширина равна 10 мтр. Perronet исправилъ первоначальный проектъ такимъ образомъ, что уменьшилъ уклонъ полотна изъ $\frac{1}{36}$ до $\frac{1}{72}$, и увеличилъ число центровъ коробовой линіи отъ 3 до 11. Последнее измѣненіе имѣло цѣлью увеличить ширину отверстій надъ пятами, и тѣмъ облегчить стокъ высокихъ водъ, горизонтъ которыхъ достигалъ половины высоты подъема. Быки получили толщину 7,8 мтр., а устои—8,77 мтр. Сначала была изготовлена одна изъ крайнихъ арокъ, а затѣмъ приступили къ кладкѣ средней. Но едва сложили 10 слоевъ послѣдней, какъ оказалось, что вслѣдствіе распора готовой арки средняя опора отклонилась отъ вертикальнаго положенія на 12,2 сантимтр., и находившіяся между опорами сваи подались въ сторону. Тогда работы на боковой аркѣ совершенно прекратили, и поспѣшили какъ можно скорѣе сомкнуть среднюю арку, послѣ чего отклоненіе опоры уменьшилось на половину. Чтобы во время сооруженія средней арки слѣдующая опора не подвергалась одностороннему распору, соединили кружала брусями, стянутыми зубцами и болтами, которые воспринимали ихъ распоръ. Во время войны

въ 1870 г., мостъ былъ взорванъ, но впослѣдствіи его вновь выстроили, при чемъ толщину опоръ уменьшили на 2 мтр.

Мостъ въ *Moulin* на р. *Allier* построилъ Rège-mortes въ 1757—1763 гг. Онъ имѣетъ 15 коробовыхъ сводовъ (чер. 195) съ отверстіями 19,5 мтр., его ширина равна 13 мтр., а толщина быковъ 3,57 мтр. При его сооруженіи нужна была большая предосторожность, вслѣдствіе значительной быстроты теченія и того обстоятельства что во время дождя горизонтъ воды поднимается очень быстро. Въ теченіе 35 лѣтъ вода на этомъ мѣстѣ смыла три каменныхъ моста, изъ которыхъ послѣдній, имѣвшій коробовые своды и три опоры чересмѣрной толщины, съузившій сѣченіе до 115 мтр., были построены извѣстнымъ архитекторомъ Hardouin Mansard. Такъ какъ причиной послѣдняго крушенія была главнымъ образомъ недостаточная ширина отверстія, то Rège-mortes увеличилъ его до 253 мтр., кромѣ того, для укрѣпленія грунта рѣки, состоящаго до глубины 4 мтр., изъ грубаго гравія, построилъ перекрытый досчатымъ настиломъ массивъ шириною 30 мтр., защищенный отъ подмыва нѣсколькими рядами свай и шпунтовой стѣнкой. Эти средства оказались вполне цѣлесообразными, такъ какъ мостъ до сихъ поръ не получилъ ни малѣйшихъ поврежденій.

Исполненная въ 1765 г., инженеромъ Bayeux постройка моста въ *Tours* на *Loare* (черт. 196) не обошлась тоже безъ неудачъ. Онъ получилъ 15 коробовыхъ арокъ, которыхъ пологость $\frac{1}{3}$, а отверстія 24,4 мтр.; толщина опоръ равна 4,87 мтр. а ширина моста 14,6 мтр. Опоры основаны на свайномъ ростверкѣ, находящемся на глубинѣ около 2 мтр. ниже горизонта низкихъ водъ; ихъ кладку производили помощью перемычекъ, но для 5 быковъ, находившихся въ болѣе глубокой водѣ, употребили погруженные ящики. Грунтъ состоялъ изъ слоя песка, толщиною до 3 мтр., лежащаго на пластѣ довольно крѣпкаго туфа. Сваи входили концами въ туфъ до глубины около 25 сантиметровъ, что считалось достаточнымъ, но онѣ не выдержали лежавшей на нихъ нагрузки, и одна изъ опоръ опустилась внизъ почти на 1 метръ, вслѣдствіе чего пришлось замѣнить ее, вмѣстѣ съ опиравшимися на нее арками, новыми. Недолго послѣ первой катастрофы мостъ подвергся новымъ поврежденіямъ. Вслѣдствіе большого скопленія льдинъ выше моста образовалось сильное теченіе къ аркамъ со стороны передмѣстья, которое подмыло три другія опоры, при чемъ вода унесла весь песокъ изъ пространства между сваями, такъ что послѣднія почти до нижняго конца были совсѣмъ оголены, и опоры, вмѣстѣ съ опиравшимися на нихъ сводами, рух-

нули въ воду. Къ исправленію сооруженія было приступлено немедленно, но уже при восстановленіи первой опоры встрѣтились съ большими затрудненіями главнымъ образомъ по удаленію поврежденнаго ростверка. Еще болѣе затрудненій въ этомъ отношеніи представляла слѣдующая опора, гдѣ сваи наклонились почти на 1 метръ. Поэтому предлагали устроить перемычку на настилъ ростверка, но при ближайшемъ осмотрѣ оказалось, что сваи подались неравномѣрно, такъ какъ положеніе крайнихъ измѣнилось менѣе чѣмъ среднихъ, и ростворкъ не представлялъ ровной и достаточно непроницаемой плоскости, какая была нужна для перемычки. Не оставалось другого средства, какъ всѣ оставшіяся сваи выдернуть и забить новыя. Вспыхнувшая затѣмъ революція заставила прекратить работы на долгое время, и новыя арки были окончены только въ 1809 г. Но такъ какъ осадки и послѣ того не прекращались, то въ 1835 г., былъ предпринятъ капитальный ремонтъ сооружения. Послѣдній, исполненный подъ руководствомъ опытнаго инженера Beaudemoulin доставилъ мосту вполне требуемую крѣпость.

Мостъ на *Сентъ въ Nogent* (черт. 197) построилъ Perronet въ 1766—1769 г. Онъ имѣетъ одну коробовую арку съ отверстіемъ 29,24 мтр., и подъемомъ 8,77 мтр.; толщина свода, сложеннаго изъ твердаго песчаника, въ ключѣ и пятахъ равна 1,3 и 1,6 мтр., а толщина устоевъ превышаетъ 5,8 мтр. При возведеніи этого сооруженія были сдѣланы интересныя наблюденія надъ дѣйствіемъ кладки на кружала, и надъ положеніемъ шва излома. Они показали, что подѣ дѣйствіемъ первыхъ слоевъ кружала сжимаются на концахъ и поднимаются въ вершинѣ; по мѣрѣ, какъ кладка сводовъ подвигается къ серединѣ, кружала садятся въ средней части а ихъ концы раздвигаются наружу. Такія движенія наблюдаются во всѣхъ каменныхъ сводахъ, но когда концы кружалъ укрѣплены неподвижно, то они почти незамѣтны, между тѣмъ достигаютъ довольно значительной величины при шпренгельныхъ кружалахъ въ случаѣ, когда уголъ подкосовъ очень тупой.

При употребленіи медленно твердѣющаго раствора эти движенія можно считать безвредными, но ими не слѣдуетъ пренебрегать при употребленіи такого раствора, который можетъ пріобрѣсти въ пазухахъ большую крѣпость ранѣе окончанія кладки свода. Для изслѣдованія шва излома часть забутки была исполнена на одной сторонѣ до снятія кружалъ; она препятствовала сомкнутъ швамъ, которые раскрылись во время исполненія кладки свода. На другой сторонѣ кружала удалили сейчасъ-же послѣ вставки ключеваго камня, чѣмъ ускорила ея осадка. Такимъ

образомъ получила возможность найти точно швы, въ которыхъ подвижныя части отдѣляются отъ неподвижныхъ; для этого, ранѣ снятія кружалъ, намѣтили на щекахъ знаки прямыми и наклонными линіями и измѣрили ихъ разстоянія съ большою точностью. Измѣреніемъ этихъ разстояній послѣ удаленія кружалъ и наступления полного равновѣсія получили шовъ излома почти точно въ $\frac{1}{3}$ полу свода считая отъ пятъ; его уголь наклона къ горизонталѣ равнялся 50° .

Знаменитый мостъ черезъ *Сену близъ Neuilly* (черт. 198) построилъ по проекту Перроне и подъ его руководствомъ инженеръ *Chazy* въ 1768—1774 г. Онъ расположенъ на оси Тюилерій и находящейся въ серединѣ Елисейскихъ полей аллеи, и состоитъ изъ 5 коробовыхъ сводовъ съ отверстіями 39 мтр., и пологостью $\frac{1}{4}$; пятъ устроены на высотѣ найвысшаго горизонта воды. Толщина опоръ 4,22 мтр., а устоевъ 10,8 мтр.; передніе и задніе отводы имѣютъ въ сѣченіи форму полукруга. Лицевыя части арокъ обдѣланы кривой обтеской въ видѣ коровьихъ роговъ, чѣмъ значительно увеличилась ихъ видимая пологость, и арки получили чрезвычайно легкій видъ. Опоры основаны на свайномъ растворкѣ шириною 6,82 мтр., и находятся на глубинѣ 2,3 мтр., ниже уровня низкихъ водъ.

На томъ мѣстѣ гдѣ теперь находится мостъ, рѣка дѣлилась прежде на два рукава. Что бы избѣжать устройства двухъ мостовъ, расширили главный рукавъ, а другой засыпали. Но такъ какъ расходъ высокихъ водъ не былъ точно извѣстенъ, то изъ опасенія подмывовъ дали полезному отверстію моста слишкомъ большую ширину, влѣдствіе чего на нѣкоторыхъ мѣстахъ образовались наносныя мели. Мостъ стоилъ 2,305,000 ливр.; кромѣ того позади устоевъ устроили проѣзды шириной 4,55 мтр., и наклонныя плоскости длиной 101 мтр., съ каждой стороны, и эти добавочныя работы обошлись въ 1,172,000 ливр. Невильскій мостъ представляетъ красивое сооруженіе; онъ обращалъ на себя вниманіе инженеровъ, и считался образцовой постройкой.

Въ 1775 г. Перроне окончилъ косой мостъ въ *Lagny*, а въ 1774 г. подъ его руководствомъ была начата постройка моста черезъ р. *Oise въ St. Maxence* (черт. 199) оконченная инженерами *Dausse* и *Dumonstier* въ 1784 г. Онъ имѣетъ три очень пологія арки съ отверстіями 23,4 мтр., которыхъ толщина въ ключѣ 1,46 мтр.; ихъ подъемъ не достигаетъ и 2 мтр., такъ что пологость равняется почти $\frac{1}{12}$. Толщина быковъ, высота которыхъ 5,85 мтр., не превышаетъ 2,9 мтр., а толщина устоевъ равна 5,85 мтр.; послѣдніе скрѣплены тремя контрфорсами, входящими въ бе-

рега. Свайные ростверки находятся на глубинѣ 2,6 мтр., ниже горизонта низкихъ водъ, и на 8,45 мтр., ниже пять; давленіе на сваю не превышаетъ 16 тоннъ. Ширина моста 12,7 мтр.

Каждая опора состоитъ изъ двухъ паръ колоннъ, отстоящихъ одна отъ другой на 2,92 мтр. Каждая двѣ колонны соединены внизу обратной аркой, а вверху—цилиндрическимъ сводомъ, врь-зающимся въ примыкающіе своды моста. По оси каждой колонны расположенъ желѣзный стержень, и камни соединены между собою скобами. Такое устройство увеличило крѣпость кладки въ высокой степени. Такъ во время войны въ 1814 г. была взорвана лѣвая арка, и это не только не произвело вредного дѣйствія на остальные своды, но и значительная часть взорванного пролета осталась на своемъ мѣстѣ. Средняя арка понизилась вслѣдствіе уничтоженія лѣвой арки всего на 0,08 до 0,17 мтр., и требовала только незначительныхъ исправленій, а правая осталась вполнѣ невредимой.

Пологость моста въ Махенсе Перроне не считалъ предѣльной, и при проектированіи моста черезъ *Loing въ Nemours* (чер. 200) увеличилъ ее до $\frac{1}{17}$. Вслѣдствіе возникшей революціи постройка этого моста была исполнена только въ 1805 г., инженеромъ Boistard. Онъ состоитъ изъ трехъ арокъ, которыхъ отверстія 16,24 мтр, подъемъ 0,955 мтр., а толщина въ ключѣ 0,975 мтр.; высота опоръ надъ ростверкомъ 5,85 мтр., а надъ горизонтомъ низкихъ водъ 4,22 мтр.; ихъ толщина 2,27 мтр. Этотъ мостъ представляетъ единственное сооруженіе со столь значительной пологостью, которая вообще не можетъ быть признана цѣлесообразной; чѣмъ положе арка, тѣмъ болѣе она приближается къ прямой балкѣ, т. е. къ формѣ, наиболѣе невыгодной для камня вообще, и для кладки въ особенности. Если мостъ въ Nemours сохранился до сихъ поръ въ хорошемъ состояніи, то онъ обязанъ этому главнымъ образомъ отличному матеріалу и превосходному исполненію.

Построенный по проекту Перроне, находящійся между площадью согласія (Place de la Concorde) и палатой законодательнаго корпуса (Palais du corps legislatif) мостъ *de la Concorde* (черт. 201) назывался первоначально pont Louis XVI, затѣмъ въ 1792—1795 г., pont de la Revolution, и уже впоследствии получилъ свое нынѣшнее названіе. Онъ построенъ въ 1787—1791 г. въ значительной части изъ камня, полученнаго отъ разрушенія Бастиліи, и имѣетъ пять лучковыхъ сводовъ съ отверстиями 23,4 26, 28,96 и 31,18 мтр., которыхъ подъемы (соотвѣтственно) 1,95 2,66 и 2,99 мтр., а толщина 0,97 1,06 и 1,14 мтр. Толщина

опоръ равна только 2,92 мтр., и устоевъ—15,6 мтр.; передніе и задніе отводы образованы колоннами, продолженными до высоты парапетовъ, которыхъ діаметръ равенъ толщинѣ опоръ; онѣ выступаютъ изъ послѣднихъ на $\frac{3}{4}$ окружности. Пяты расположены на высотѣ 5,85 мтр. надъ уровнемъ низкихъ водъ, а ростверкъ находится на глубинѣ 1,62 мтр. ниже его. Фасады украшены большими, слишкомъ тяжелыми карнизами, а парапеты—балюстрадами съ цоколями, на которыхъ предполагалось установить обелиски. Но вмѣсто ихъ Наполеонъ I приказалъ поставить статуи 8 знаменитыхъ генераловъ, павшихъ на полѣ битвы, которыя въ послѣдствіи были устранены и замѣнены колоссальными фигурами, перевезенными затѣмъ въ 1837 г. Люи Филиппомъ въ Версаль. Непропорціональность карнизовъ значительно вредитъ виду сооруженія, придавая ему тяжеловатый и неуклюжій видъ, и это впечатлѣніе лишь въ малой степени сглаживается верхними орнаментаціями и статуями.

Въ 1787 г. Перроне окончилъ постройку моста въ *Rosoi черезъ Hyères* на дорогѣ изъ Парижа въ Sezanne въ Шампанѣ, состоящаго изъ двухъ лучковыхъ сводовъ съ отверстиями 7,8 мтр., и толщиной въ ключѣ 0,58 мтр.; толщина опоры 1,95 мтр.

Построенный имъ же въ 1789 г., мостъ въ *Brunoi* черезъ рѣчку того же названія состоитъ изъ трехъ арокъ, которыхъ центральные углы 60°, а отверстія—5,85 мтр. Ихъ толщина у пятъ 2,27 мтр., а въ ключѣ—0,65 мтр. Толщина опоръ 1,14, а устоевъ—3,25 мтр.; подъ однимъ изъ банкетовъ помѣщена водопроводная труба. Обратныя крылья устоевъ отдѣлены отъ опоръ пилострами.

Многосторонняя строительная дѣятельность Перроне не оставилась на приведенныхъ здѣсь сооруженіяхъ, и онъ оставилъ проектъ монументальнаго моста черезъ *Неву въ Петербургъ* (черт. 202) съ подвижнымъ отверстіемъ для прохода судовъ, и моста черезъ *Сену близъ Melin* *) (черт. 203, но оба эти проекта не были приведены въ исполненіе. Перроне считалъ возможнымъ доходить съ отверстіями сводовъ до 160 мтр. и изложилъ свои взгляды въ запискѣ: „Memoire sur les moyens à employer pour construire des arches jusqu'à 500 pieds d'ouverture, 1795“. Хотя и въ настоящее время не найдется строителя, который рѣшился бы взять на свой

*) Для моста Melin были приняты слѣдующіе размѣры: отверстіе 46 мтр. подъемъ 4,3 мтр. (пологость $\frac{1}{10,7}$), радіусъ 62 мтр., радіусъ дуги коровьихъ роговъ 93 мтр. толщина свода въ ключѣ 1,54 мтр., длина устоевъ, включая малыя отверстія 26 мтр., ширина моста 12 мтр.

рискъ сооруженіе столь огромнаго отверстія, то во всякомъ случаѣ можно утверждать, что въ построенныхъ до сихъ поръ каменныхъ сооруженіяхъ предѣльный пролетъ далеко не достигнуть, и что отверстія въ 100 мтр. и болѣе не представляютъ ничего невозможнаго.

Находящійся на дорогѣ изъ Гренобля въ Briançon мостъ *Vizille* черезъ *Romanche* (черт. 204) построилъ Bouchet въ 1760 г. Онъ состоитъ изъ эллиптической арки, которой отверстіе 41,9 мтр. а пологость $\frac{1}{4}$; его устои украшены колоннами, оканчивающимися выпуклыми остроконечными шапками, и сопряжены съ насыпью откосными крыльями. По наружному виду мостъ *Vizille* принадлежитъ къ лучшимъ сооруженіямъ этого рода.

Мостъ *Gignac* черезъ *Hérault* (черт. 205) построилъ инженеръ Garipuy въ 1777—1793 г., который прежде приведенія своего проекта въ исполненіе, изготовилъ модель въ меньшемъ размѣрѣ, и испыталъ его сопротивленіе непосредственно. При тогдешнемъ недостаточномъ развитіи теоріи сводовъ такой способъ изслѣдованія крѣпости сооруженія, не имѣвшаго по своему виду предшественника, представлялся наиболѣе цѣлесообразнымъ. Мостъ *Gignac* состоитъ изъ трехъ арокъ, изъ которыхъ средняя коробовая съ отверстіемъ 47, 26 mtr. украшена архивольтой, а обѣ боковыя, имѣющія пролеты по 21,8 мтр., образованы по дугамъ круга, которыхъ центры взяты выше началъ, такъ что ихъ форма напоминаетъ профили тоннелей. Ребра боковыхъ арокъ стесаны подъ тупымъ угломъ конической поверхностью, окаймляющей ихъ на подобіе архивольтъ.

Мостъ *Lavour* на р. *Agout* (черт. 206) исполненъ по проекту Saget, одного изъ директоровъ публичныхъ работъ въ провинціи Languedoc, въ 1774—1782 г.; онъ имѣетъ одну коробовую арку съ отверстіемъ 48,7 мтр. Желая сдѣлать этотъ мостъ монументальнымъ сооруженіемъ, украсили арку архивольтой шириной 3 мтр., и кромѣ того намѣревались устроить надъ вершиной богатый антаблimentъ съ каннелированными консолями, высота которыхъ достигала 5 мтр. Но во время исполненія кладки не рѣшились нагружать сводъ столь большой массой, и ограничились мостъ сверху карнизомъ обыкновенныхъ размѣровъ. Чрезмѣрная ширина архивольты придаетъ сооруженію немного тяжелый видъ; опоры соединены съ обратными крыльями посредствомъ башенъ большаго діаметра, и въ общемъ видъ моста красивъ.

Акведукъ *Montpellier* (черт. 207) построилъ знаменитый геометръ и инженеръ въ Languedoc, Pitot, въ 1750 г. Его длина 980 мтр., а наибольшая высота 28 мтр.; онъ состоитъ изъ двой-

ного ряда арокъ, которыхъ отверстія въ нижнемъ этажѣ 8,45 мтр., а въ верхнемъ 2,78 мтр. Три изъ нижнихъ арокъ, подъ которыми проходитъ идущая отъ Реугон променада, отдѣланы особенно изящно.

Построенный въ то же время что и предыдущій акведукъ *Carpenstras*, котораго длина 780 мтр., имѣетъ на пересѣченіи рѣки Auzon двѣ на разныхъ высотахъ расположенныя арки съ отверстиями 23 мтр., изъ которыхъ одна служить для провода воды, а на другой устроено шоссе. Своими размѣрами и исполненіемъ оба послѣдніе віадукъ представляютъ замѣчательныя сооруженія.

Для большихъ пролетовъ французскіе инженеры употребляли только пологія, и преимущественно коробовыя арки; исключенія составляютъ описанный ранѣе мостъ *des Têtes*, и мосты *Semour* и *Rumilly*.

Мостъ *Semour* (черт. 208) на р. *Armançon* состоитъ изъ одной полуциркульной арки съ отверстіемъ 23,4 мтр., опоры которой соединены съ насыпью обратными крыльями, скрѣпленными наружными контфорсами; онъ построенъ въ 1780 г.

Мостъ *Rumilly* (черт. 209) построилъ *Garella* въ 1785 г. Онъ находится на р. *Cheron* въ Савойи, и образованъ полуциркульной аркой, которой отверстіе равно 39 мтр.

Изъ сооружений меньшей важности, построенныхъ въ большомъ количествѣ во второй половинѣ 18 вѣка въ Франціи, заслуживаетъ вниманія изображенный на черт. 210 мостъ черезъ *Thouet* въ *Saumur*, построенный инженеромъ *Fouchard* въ 1776—1782 г. Онъ образованъ тремя пологими арками, отверстія которыхъ равны 26 мтр., а подъемъ—около 2,5 мтр. Кладка была исполнена не особенно внимательно и при употребленіи раствора низкого качества; это было вѣроятно причиной, что по удаленіи кружалъ въ вершинахъ появились трещины, и что осадки въ ключѣ продолжались въ теченіе 20 лѣтъ и достигли 23 см.

Построенный въ 1785 г. мостъ *Homs* (черт. 211) имѣетъ 3 арки съ отверстиями 21,4 мтр. при пологости $\frac{1}{7}$. Ребра сводовъ скошены въ формѣ коровьяго рога, что придаетъ имъ болѣе легкой видъ.

Пологость состоящаго изъ трехъ лучковыхъ арокъ по 13 мтр. моста въ *Pesmes* достигаетъ $\frac{1}{12}$. Послѣ устраниенія кружалъ въ сводахъ появились столь значительныя трещины, что оказалось необходимымъ увеличить ихъ сопротивленіе особыми укрѣпленіями.

Мостъ *Navilly* на р. *Doubs* (черт. 212) построилъ *Gauthey* въ 1780 г. Онъ замѣчателенъ устройствомъ быковъ, получившихъ

въ планѣ форму эллипсеа, цѣлю которой было облегченіе потока воды. Эта форма значительно увеличила стоимость кладки, между тѣмъ небольшимъ уширеніемъ отверстія намѣченная цѣль была бы лучше достигнута. Мостъ имѣетъ 5 коробовыхъ арокъ, которыхъ отверстія 23,6 мтр., а пологость $\frac{1}{2}$.

Къ лучшимъ мостамъ 18 столѣтія принадлежитъ также мостъ *Lempde* на р. *Alagnon*, образованный коробовой аркой съ отверстіемъ 30,8 мтр. (1776—1785), мостъ на р. *Drome*, имѣющій 3 коробовыя арки съ отверстіями отъ 26—29 мтр. (1776, между Ліономъ и Марселемъ) и изображенный на черт. 213 мостъ *Lagamas* (департаментъ *Herault*) котораго коробовая арка имѣетъ отверстіе 26,8 мтр.

На всѣхъ мостахъ, построенныхъ во Франціи послѣ 1716 г., замѣтно отразилось вліяніе корпуса мостовъ и дорогъ. Легкость конструкціи, правильность и выдержанность формъ и тщательность исполненія составляютъ главныя достоинства этихъ сооружений, которыя въ прочности ничѣмъ не уступаютъ древнимъ римскимъ постройкамъ. Особенно большое значеніе для распространенія и усовершенствованія мостовъ имѣла основанная въ 1747 г. школа Гражданскихъ Инженеровъ и открытая въ 1795 г. по инициативѣ *Monge'a*, *Lamblardie* и *Fourcroy* *école polytechnique*, въ которой подвизались такіе учителя какъ Монжъ, Ляплясъ, Лягранжъ, Лежандръ и Прони. Около того же времени послѣдовало учрежденіе новыхъ техническихъ училищъ: *école des ponts et chaussées* и *école des mines*, и было начато изданіе перваго технического журнала „*Annales des ponts et chaussées*“ посредствомъ котораго успѣхи строительной техники дѣлались достояніемъ всѣхъ ими интересующихся специалистовъ.

Къ наиболѣе выдающимся сооружениямъ, построеннымъ въ 18 вѣкѣ въ Испаніи, принадлежитъ акведукъ *Alcantara*, постройка котораго, для снабженія города Лиссабона водою, была начата Траяномъ (см. стр. 64). Короли португальскіе возбуждали и обсуждали въ 15 и 16 вѣкѣ нѣсколько разъ вопросъ о продолженіи начатыхъ Римлянами работъ, слѣды которыхъ существуютъ до сихъ поръ, но постройка его была возобновлена только въ 1731 г. Землетрясеніе 1755 г., разрушившее большую часть города, повредило готовый почти акведукъ весьма незначительно, и работы по сооруженію его удалось благополучно довести до конца. Онъ содержитъ 35 арокъ (черт. 214) изъ которыхъ 21 полуциркулярныя съ отверстіями отъ 5 до 15 мтр., и 13 стрѣльчатыя; пролеты послѣднихъ колеблются между 12 и 18 мтр. Главная арка тоже стрѣльчатая; ея отверстіе достигаетъ 30, а подъемъ 27 мтр.; ея

вершина находится на высотѣ 60 мтр. надъ горизонтомъ воды, а высота акведука на самомъ глубокомъ мѣстѣ доходить до 70 мтр. Толщина опоръ главныхъ арокъ увеличивается сверху внизъ; стѣны облицованы тесовымъ известковымъ камнемъ, похожимъ по цвѣту на итальянскій травертинъ. Видъ акведука простъ, но величественъ; отсутствіе трещинъ, несмотря на многочисленныя землетрясенія, которымъ онъ подвергался въ разное время, свидѣтельствуешь о правильности кладки и большой ея крѣпости.

Кромѣ Алькантара Лиссабонскій водопроводъ имѣетъ еще два акведука: *Amoncinas*, длиной около 150 мтр., и *Carvalho*, состоящій изъ 4 арокъ малыхъ отверстій.

Мостъ черезъ *Mançanarès* въ *Мадридѣ* (черт. 215) состоитъ изъ полуциркульныхъ сводовъ съ отверстіями въ 10,4 мтр.; толщина опоръ превышаетъ $\frac{2}{3}$ отверстія, но такъ какъ кладка сводовъ продолжена внизъ въ видѣ пилястровъ, образующихъ уступъ по отношенію къ полукруглымъ отводамъ, то они маскируютъ чрезмѣрную массивность опоръ и придаютъ мосту красивый видъ. Сооруженіе, находящееся вблизи королевскаго дворца, имѣетъ монументальный характеръ.

Построенный въ 18 вѣкѣ мостъ черезъ *Guadalquivir* въ *Венеціи* (черт. 216) имѣетъ 10 арокъ съ отверстіями 13 мтр., которыхъ пологость равна $\frac{1}{10}$. Онъ возвышается лишь немного надъ горизонтомъ воды, но благодаря очень крѣпкой кладкѣ сохранился хорошо до сихъ поръ.

Построенный въ 1770 г. мостъ *Kew* (черт. 217) находится въ верхней части Лондона на наиболѣе узкомъ мѣстѣ Темзы; его полуциркульныя арки имѣютъ отверстія въ 16,2 и 18,2 мтр.

Построенный инженеромъ *Smeaton* мостъ на р. *Goldstream* въ *Perth*, образованъ лучковыми арками, мало отличающимися отъ полуциркульныхъ. Опоры изготовляли внутри перемычекъ, изъ которыхъ предварительно была удалена вся вода. Мостъ построенъ въ 1772 г.

Первый акведукъ въ Англіи, извѣстный подъ названіемъ „*Barton Aqueduct*“ построилъ *Brindley* въ 1760 г. Онъ образованъ тремя арками, изъ которыхъ средняя имѣетъ отверстіе 19 мтр. Когда *Brindley* предложилъ строителю канала Ливерпуль-Манчестеръ, князю *Bridgewater*, провести воду по мосту, то послѣдній усомнился въ возможности подобнаго сооруженія, и въ этомъ сомнѣніи его поддерживали другіе, которые совѣтовали ему не бросать деньги на пустое предпріятіе, неудача котораго очевидна. Тогда по желанію *Brindley* князь обратился за совѣтомъ къ пользовавшемуся извѣстностью *Smeaton*-у, который къ немалому удивленію *Brindley* отвѣтилъ, что вполне раздѣляетъ опасенія князя, и заключилъ свой докладъ слѣ-

дующими словами: „I have often heard of castles in the air, but never before saw where any of them were to be erected“ (я часто слышалъ о воздушныхъ замкахъ, но до сихъ поръ не видѣлъ что-бы гдѣ нибудь ихъ строили).

Несмотря на столь неблагопріятный отзывъ, Бриндли не отказался отъ своего намѣренія. Тогда ему предложили представить планъ задуманнаго имъ моста, но онъ отвѣтилъ, что у него нѣтъ ни плана, ни чертежа, и что объяснить свой проектъ моделью. Онъ велѣлъ принести большой кусокъ сыра, разрѣзалъ его пополамъ и сказалъ: „Вотъ моя модель“. Обѣ половины, расположенныя на вырѣзанныхъ сторонахъ, представляли арку, на которую онъ положилъ длинный прямоугольный предметъ, изображавшій положеніе канала на мостѣ, и такимъ же образомъ представилъ рѣку подъ мостомъ.

Особеннымъ оживленіемъ по отношенію къ постройкѣ мостовъ въ Англіи отличался періодъ отъ 1784 по 1792 г., въ которомъ было выдано 302 разрѣшенія на сооруженіе новыхъ мостовъ и дорогъ. Тогдашніе строители въ Англіи происходили большей частью изъ рабочихъ, получившихъ весьма скудное образованіе, но талантомъ и трудомъ не рѣдко приобрѣтавшихъ весьма видное положеніе. Исключеніе въ этомъ отношеніи составляли Smeaton и Rennie, изъ которыхъ особенно послѣдній относился съ большимъ уваженіемъ и къ теоріи, которую хорошо изучилъ. При всякомъ удобномъ случаѣ Ренни высказывалъ мнѣніе что вѣрная практика можетъ быть основана только на теоріи.

Мосты Ренни, равно какъ и многочисленныя другія его сооруженія, отличаются цѣлесообразностью, солидностью, пропорциональностью и экономичностью; ихъ отверстія сообразованы съ расходомъ высокихъ водъ и онъ впервые сталъ строить каменные мосты съ горизонтальнымъ полотномъ. Всѣ другіе каменные мосты въ Англіи имѣли тогда крутые вѣзды, значительно затруднявшіе движеніе по нимъ. Когда одинъ изъ высшихъ чиновниковъ, осматривавшихъ мостъ Ренни, спросилъ проѣзжавшихъ по нему лицъ изъ простонародія, какъ имъ нравится мостъ, то одинъ изъ нихъ отвѣтилъ: „Мостъ? Нѣтъ, это не мостъ; мы не знаемъ, когда на него вѣзжаемъ, и не замѣчаемъ, когда съ него съѣхали“.

Первый мостъ Ренни построилъ въ 1784 г., когда ему было всего 23 года; онъ находится на р. *Leith*, въ двухъ миляхъ на западъ отъ Эдинбурга и образованъ тремя большими арками, изъ которыхъ обѣ крайнія коробовыя, а средняя имѣетъ видъ пологой стрѣльчатой кривой. Но главная дѣятельность Ренни по

сооруженію мостовъ начинается съ 1798 г. Въ этомъ году имъ была начата постройка моста черезъ *Tweed* въ *Kelso*, которую онъ окончилъ въ 1803 г. Онъ состоитъ изъ 5 коробовыхъ арокъ съ отверстіями 22 мтр., подъемъ которыхъ равенъ 8,5 мтр.; его опоры имѣютъ толщину 3,65 мтр., ширина полотна достигаетъ 7,15 мтр. Опоры, кладку которыхъ производили между перемычками, расположены на скалистомъ грунтѣ; на отводахъ устроены колонны дорического ордера, оканчивающіяся на высотѣ парапетовъ. По изящности мостъ имѣетъ немного себѣ равныхъ.

Въ то же время Ренни построилъ мостъ черезъ *Esk* въ *Mus-selborough* на дорогѣ изъ Эдинбурга въ Лондонъ, образованный пятью очень пологими лучковыми арками. Для соединенія береговъ пролива *Menai* онъ предлагалъ мостъ, состоящій изъ 1 арки съ отверстіемъ 138 мтр. при подъемѣ 30 мтр.; устои должны были получить толщину 23 мтр. Другой мостъ черезъ *Conway Ferry* онъ проектировалъ съ отверстіемъ 106 мтр., но оба эти проекты не были приведены въ исполненіе главнымъ образомъ влѣдствіе ихъ высокой стоимости.

Построенный въ 1756—1760 мостъ въ *Tripoli* на *Майнѣ* получилъ косые эллиптическіе своды, которыхъ среднее отверстіе содержитъ 24,7 мтр., а крайнія—по 22 мтр. Косые каменные мосты принадлежали въ это время къ весьма рѣдкимъ сооруженіямъ; влѣдствіе большой трудности кладки косыхъ сводовъ ихъ избѣгали болѣе, чѣмъ теперь, и рѣшались на ихъ устройство только въ случаѣ крайней необходимости, когда сооруженіе прямого моста считалось невозможнымъ. Въ настоящее время въ такихъ случаяхъ обыкновенно замѣняютъ камень желѣзомъ, но тогда желѣзные мосты еще не были извѣстны.

Изображенный на черт. 218 мостъ черезъ *Fecht* въ *Jngersheim* въ Германіи построенъ въ 1773 г. французскимъ военнымъ инженеромъ *Clinchamp*. Онъ состоитъ изъ трехъ очень пологихъ коробовыхъ арокъ, которыхъ отверстія равны 15,3 и 18,3 мтр.

Мостъ на ручьѣ *San Leonardo* между *Termini* и *Palermo* въ Сициліи образованъ одной аркой съ отверстіемъ 30 мтр., вершина которой находится на высотѣ 17 мтр. надъ горизонтомъ меженныхъ водъ. Столь значительная высота была признана необходимой влѣдствіе быстроты, съ какой во время половодья повышается горизонтъ этого горнаго потока. Мостъ расположенъ въ сторонѣ отъ дороги; къ нему ведутъ довольно крутыя наклонныя плоскости, образующія съ мостомъ почти прямые углы (см. чер. 219 и 219а). Съ низовой стороны устои скрѣплены контрфорсами, вверху которыхъ находятся таблицы съ надписями. Одна

изъ нихъ поставлена въ память Карла VI, римскаго императора и короля обѣихъ Сицилій, а на второй вырѣзаны имена лицъ, заботами которыхъ выстроены вновь на самомъ лучшемъ мѣстѣ и для безопасности путешествующихъ мостъ, разрушенный шесть разъ. Существующее теперь сооруженіе построено въ 1763 г.; его расположеніе въ сторонѣ отъ дороги было вѣроятно обусловлено пригоднымъ для основанія грунтомъ, но оно сдѣлало движеніе по мосту менѣе удобнымъ, вслѣдствіе чего въ сухую погоду, когда ручей почти высыхаетъ, его переѣзжаютъ въ бродъ и только во время высокихъ водъ пользуются мостомъ.

Акведукъ *Cazerte* (черт. 220) находится въ нѣсколькихъ километрахъ на юго-востокъ отъ города того же названія, вблизи *Maddaloni*; мѣстные жители называютъ его *Ponte della Valle*. Онъ построенъ архитекторомъ *Vantivelli* въ царствованіе Карла III въ 1753 г. и имѣетъ три ряда арокъ съ отверстиями 6,24 мтр., опоры которыхъ черезъ одну скрѣплены контрфорсами, продолженными вверхъ до полотна. Его наибольшая высота равна 55,64 м. а вся длина—500 мтр.; подъ одной изъ арокъ проходитъ желѣзная дорога, идущая изъ Неаполя въ *Foggia*. Сооруженіе имѣетъ монументальный видъ и дѣлаетъ честь его строителю.

Находящійся у подножія горы Этна акведукъ черезъ *Simeto* состоялъ первоначально изъ двухъ рядовъ арокъ; нижній этажъ былъ назначенъ для движенія лошаковъ, а верхній—для провода воды. Черезъ рѣку была перекинута стрѣльчатая арка съ отверстіемъ 29 мтр. и подъемомъ 25 мтр.; вся длина акведука достигала 370 м., а наибольшая высота надъ горизонтомъ воды 50 мтр. Его постройка была начата въ 1765 г. и окончена въ 1777 г., но черезъ 4 года, въ 1781 г., онъ сдѣлался жертвой землетрясенія.

Существующее въ настоящее время сооруженіе окончено въ 1790 г. При его возобновленіи уменьшили первоначальную высоту почти вдвое въ виду того, что въ вулканической мѣстности, подверженной частымъ землетрясеніемъ, высокія сооруженія находятся въ постоянной опасности разрушенія; оно назначено только для движенія, а воду провели сифономъ. На черт. 221 изображенъ первоначальный видъ акведука пунктиромъ, а теперешній сплошными линіями; черт. 221а представляетъ разрѣзъ новаго сооруженія по АВ, и на немъ слѣва видна наклонная плоскость для погонщиковъ лошаковъ, а справа—акведукъ съ сифономъ.

Технический характер мостовъ XVIII вѣка.

Восемнадцатое столѣтіе, и особенно его вторую половину, должно признать весьма благопріятнымъ для мостовыхъ сооружений. Учрежденіе корпуса мостовъ и дорогъ имѣло въ Франціи то благотворное вліяніе, что постройка мостовъ перешла въ руки образованныхъ и практически опытныхъ спеціалистовъ, указавшихъ способы отысканія вѣрнаго пути для усовершенствованія этихъ сооружений въ статическомъ, экономическомъ и эстетическомъ отношеніяхъ. Прежняя полуциркульная форма, обуславливавшая большую высоту сводовъ, послѣдствіемъ которой были крутые, движеніе затруднявшіе, вѣзды, уступила мѣсто пологимъ коробовымъ и лучковымъ аркамъ, и только при большой высотѣ конструкции или незначительномъ отверстіи отдавали предпочтеніе полукругу.

Большія заслуги по усовершенствованію каменныхъ мостовъ принадлежатъ Перроне, который уменьшилъ толщину сводовъ и опоръ, увеличилъ предѣльные пролеты и пологость, и улучшилъ способы ихъ выполненія. Для уменьшенія постоянной нагрузки насыпка свода, особенно въ пазухахъ, часто замѣняется пустотами со скрытыми сводиками, и арки снаружи нерѣдко скашиваются въ видѣ коровьихъ роговъ съ цѣлю облегченія протока воды.

Усовершенствованія коснулись не только сводовъ, но и прочихъ частей моста и его принадлежностей. Питру построилъ кружала безъ промежуточныхъ опоръ (конструкціи Палладіо были въ это время во Франціи почти неизвѣстны), при удаленіи которыхъ дѣлались интересныя наблюденія надъ положеніемъ шва излома, Labelie усовершенствовалъ устройство копра, а Cessart изобрѣлъ пилу для срѣзыванія свай въ глубокой водѣ. Опоры изготовляли большей частью между перемычками въ освобожденномъ отъ воды пространствѣ, а иногда въ погруженныхъ ящикахъ, нагруженныхъ первыми слоями кладки. Слабый грунтъ удаляли землечерпательными машинами, а гдѣ вслѣдствіе значительной глубины его залеганія это было невыгодно, тамъ располагали кладку или ящики на свайный ростверкъ, который для предупрежденія подмывовъ окружали отсыпью изъ большихъ камней или шпунтовыми стѣнками, а при сильныхъ теченіяхъ рѣки устраивали непрерывный массивъ.

Основаніе техническихъ школъ въ Франціи обезпечило контингентъ хорошихъ специалистовъ для будущности, а появившіяся въ печати описанія исполненныхъ сооружений, развившіяся въ слѣдствіи въ періодическій органъ, дѣлали приобретаемые при возведеніи сооружений опыты общимъ достояніемъ интеллигентныхъ строителей, и такимъ образомъ упрочили ихъ постоянное совершенствованіе и непрерывное движеніе впередъ.

Хотя въ другихъ странахъ Европы мостовое дѣло не было поставлено въ столь благоприятныя условія, какъ въ Франціи, но нигдѣ оно не находилось въ упадкѣ. Такія, сооружения какъ акведукъ Алькантара въ Португаліи, мостъ Мансанаресъ въ Италіи и нѣкоторые мосты въ Англіи и Германіи свидѣтельствуютъ, что и для другихъ странъ Европы 18 столѣтіе не прошло безслѣдно.

Мосты текущаго столѣтія.

Богатое открытіями и изобрѣтеніями девятнадцатое столѣтіе было необычайно плодотворно и для мостовыхъ сооружений. Возникновеніе желѣзныхъ дорогъ сдѣлалось для нихъ событіемъ рѣшающей важности; вслѣдствіе проведенія этихъ путей сообщенія черезъ овраги и рѣки, ущелья и долины, потребовалось въ теченіе менѣе столѣтія болѣе новыхъ мостовъ, чѣмъ прежде въ тысячелѣтіи. Большое движеніе по желѣзнымъ дорогамъ и значительная скорость движущихся по нимъ грузовъ увеличили требованія относительно безопасности и прочности въ высокой степени; кромѣ того явилась потребность возводить ихъ въ возможно короткий срокъ. Последнее условіе выдвинуло матеріалъ, хотя уже въ глубокой древности извѣстный и высоко цѣнимый, но не имѣвшій прежде примѣненія въ мостовыхъ сооруженияхъ. Желѣзо дало возможность строить мосты неизвѣстныхъ ранѣе размѣровъ въ сравнительно короткий срокъ, и въ этомъ отношеніи оно уступаетъ только дереву, употребленіе котораго для желѣзнодорожныхъ мостовъ, вслѣдствіе его недолговѣчности и небольшой крѣпости, допускается только какъ временная мѣра. Хотя желѣзо сдѣлалось по отношенію къ мостамъ опаснымъ конкурентомъ камня, но совершенно вытѣснить его оно не въ состояніи, потому что вездѣ гдѣ постройка каменныхъ мостовъ возможна безъ затрудненій, будутъ отдавать имъ предпочтеніе вслѣдствіе ихъ почти безпредѣльной долговѣчности и крайне дешеваго содержанія.

Начало нынѣшняго вѣка ознаменовалось возстановленіемъ значенія строительнаго матеріала, который пользовался большимъ

распространеніемъ у Римлянъ, но послѣ паденія Римской имперіи, такъ же какъ и пуццоланы, былъ преданъ полному забвенію. Въ 1800 г. подрядчикъ Macintosh, при сооруженіи верфи въ Восточной Индіи на весьма неравномѣрномъ грунтѣ, состоявшемъ изъ ила, гравія и песка, употребилъ впервые *конкретъ* или *бетонъ*, и тѣмъ значительно облегчилъ себѣ устройство фундамента. Въ то же почти время архитекторъ Robert Smirke построилъ на бетонномъ основаніи зданіе *Custom-House* въ Лондонѣ, и достигнутые этими обоими строителями успѣхи открыли вновь возрожденному послѣ девяти почти вѣковъ бетону дорогу ко всеѣмъ сооруженіямъ, не исключая и мостовъ. Его значеніе для послѣднихъ сдѣлалось особенно важнымъ послѣ изобрѣтенія быстро твердѣющихъ цементовъ, и въ настоящее время кладка изъ мелкаго камня имѣетъ для мостовыхъ и другихъ сооружений громадное значеніе.

При сооруженіи канала *Ellesmere* Тельфордъ построилъ нѣсколько судоходныхъ акведуковъ, изъ которыхъ наиболѣе замѣчательны акведуки *Chirk* и *Cysylltau*. Первый находится въ долинѣ *Serig*, между замкомъ *Chirk* и селеніемъ того же названія; онъ имѣетъ 10 арокъ (черт. 222) съ отверстіемъ 12,2 мтр. каждая; его высота достигаетъ 20 мтр., а длина 214 мтр. Въ верхней части опоръ устроены пустоты, образующія вертикальные каналы, закрытые снаружы кладкой. Дно канала покрыто чугунными плитами, задѣланными въ кладку; его боковыя стѣнки изготовлены изъ бута и выложены пережженнымъ кирпичемъ на растворѣ изъ цемента Паркера. Глубина воды въ каналѣ 1,53 мтр., а ширина его 3,35 мтр.; постройка была начата въ 1795 г., и окончена въ 1801 г.

Извѣстный подъ названіемъ „*pont Cysylltau*“ другой акведукъ того же канала построенъ въ 1795—1803 г.; онъ находится въ 4 миляхъ на сѣверъ отъ *Chirk*, на пересѣченіи р. *Dee*, въ романтической долинѣ *Llangollen*. Акведукъ имѣетъ 19 арокъ (черт. 223); его высота надъ горизонтомъ воды достигаетъ 37 мтр., а длина 301 мтр., опоры до высоты 21,3 мтр. сплошныя, а въ верхней части съ пустотами. Изъ камня изготовлены только опоры; всѣ остальные части акведука чугунныя.

Изображенный на черт. 224 мостъ въ *Tongueland* на р. *Dee* построенъ 1806 г. Онъ состоитъ изъ одной большой арки съ отверстіемъ 34,16 мтр., по обѣимъ сторонамъ которой устроены по 3 меньшихъ стрѣльчатыхъ арки, отдѣленные отъ главной полуколоннами, имѣющими видъ башенъ. При проектированіи этого моста Тельфордъ хотѣлъ согласовать его архитектуру съ находящимися въ окрестности старинными замками, и исполнилъ эту

задачу довольно удачно, но нельзя сказать что съ пользой для мостового дѣла, такъ какъ характеръ древней крѣпости не вполне соотвѣтствуетъ такому сооруженію какъ мостъ.

Мостъ на р. *Tay въ Dunkeld* (черт. 225) былъ третьимъ мостомъ, построеннымъ Тельфордомъ; первый онъ построилъ въ 1792 г. на р. *Severn въ Monford*, а второй на той же рѣкѣ близъ *Bewdley*. Мостъ въ *Dunkeld* построенъ въ 1808 г.; онъ имѣетъ 7 арокъ, изъ которыхъ пять съ отверстіями отъ 22,55 до 27,55 мтр. Это сооруженіе расположенное въ одной изъ наиболѣе красивыхъ окрестностей Шотландіи, весьма хорошо гармонируетъ съ окружающею его мѣстностью, и послужило типомъ для многихъ другихъ мостовъ, и главнымъ образомъ для мостовъ на рѣкахъ *Conon* и *Lovat*. Послѣдній представленъ на черт. 226; шоссе и верхнее окончаніе моста образуютъ кривую, которая придаетъ ему весьма красивый видъ.

Мостъ черезъ *Severn близъ Bewdley* изображенъ на черт. 227; онъ имѣетъ три арки, отверстія которыхъ равны 15,6 и 18,3 мтр.; полотно на средней аркѣ горизонтально, а на боковыхъ оно устроено въ видѣ наклонныхъ плоскостей.

Построенный въ тоже время что и предыдущіе мостъ въ *Chester на р. Dee* (черт. 228) образованъ лучковымъ сводомъ, котораго пологость $\frac{1}{5}$, а отверстіе равно 61 мтр.; столь значительное отверстіе до недавна не имѣлъ ни одинъ каменный мостъ. Англійскіе авторы приписываютъ проектъ этого моста *Thomas'y Harrison*; работы долженъ былъ исполнять инженеръ *Hartley*, но на торгахъ ихъ получилъ инженеръ *James Trubshaw*, который вполне оправдалъ оказанное ему довѣріе. Для облегченія стока высокихъ водъ устроены въ устояхъ малыя отверстія, перекрытыя полуциркульными сводами; мостъ отдѣланъ весьма изящно и съ большимъ вкусомъ. Въ пазухахъ находятся пустоты, направленіе которыхъ перпендикулярно къ оси моста, а опоры уширены къ низу помощію обрѣзовъ.

Изъ многихъ мостовъ въ Глазговѣ особаго вниманія заслуживаетъ мостъ на р. *Kelvin* (черт. 229), состоящій изъ двухъ лучковыхъ арокъ съ отверстіями 27 мтр., и изъ двухъ меньшихъ по 6 мтр., имѣющихъ полуциркульные своды. Толщина главныхъ сводовъ въ вершинѣ 0,76 мтр.; въ тимпанахъ устроены пустоты, а опоры украшены пилястрами.

Мостъ *Waterloo на Темзѣ въ Лондонѣ* (черт. 230) построилъ *Rennie* въ 1811—1817 г. Онъ имѣетъ 9 коробовыхъ сводовъ, которыхъ отверстія равны 36,6 мтр., и подъемъ—9,75 мтр.; толщина сводовъ въ вершинѣ 1,52 мтр., а толщина быковъ 6,1 мтр.

Ширина проѣзжей части на мосту 8,53 мтр., а каждого изъ боковыхъ банкетовъ 2,13 мтр. Передніе и задніе отводы украшены дорическими колоннами, на которыхъ вверху расположены антаблементъ, образующій площадки для отдыха, а парапеты представляютъ каменную баллюстраду съ архитравами. Подъѣздъ со стороны Surrey устроенъ на 40, а съ противоположной стороны на 16 аркахъ. Все сооруженіе сложено изъ гранита; кладка сводовъ производилась съ такой точностью, что по удаленіи кружалъ осадка въ ключѣ не превышала 38 сантиметровъ. Опоры основаны на свайномъ ростверкѣ.

Особенно большую дѣятельность по постройкѣ мостовъ въ Англіи проявилъ Тельфордъ въ 1813—1820 гг., который въ это время построилъ мосты въ *Petarch на р. Dee, въ Johnstone черезъ Annan, въ Allness, въ Helmsdale* и желѣзнодорожный мостъ черезъ *Avon* на линіи Glasgow-Carlisle. Хотя Тельфордъ, который родился въ большой бѣдности и въ юности былъ деревенскимъ пастухомъ, не имѣлъ никакого другого образованія кромѣ полученнаго имъ въ сельской приходской школѣ, но его мосты отличаются большой цѣлесообразностью и правильностью конструкціи. Недостатокъ спеціальнаго образованія онъ пополнилъ желѣзной энергіей и основательнымъ изученіемъ существовавшихъ сооружений; онъ начиналъ тамъ, гдѣ его предшественники кончали и ему удалось не только достигнуть но и превзойти своихъ учителей. По его проекту построенъ въ 1827 г., знаменитый мостъ въ *Gloicester на р. Severn* (черт. 231) образованный коробовой аркой съ отверстіемъ 47.75 мтр., и пологостью $\frac{1}{3}$. Арка скошена въ видѣ коровьихъ роговъ такъ что ея наружное очертаніе имѣетъ видъ дуги, которой пологость $\frac{1}{10}$. Этотъ мостъ принадлежитъ къ лучшимъ сооружениямъ Англіи.

Построенный въ 1822 г. мостъ въ *Bordeaux* (черт. 232) имѣетъ 17 арокъ съ отверстіями отъ 20,84 до 26,49 мтр., пологость которыхъ равна $\frac{1}{5}$. Устройство опоръ представляло большія затрудненія, которыя въ концѣ инженеру Deschamps удалось благополучно преодолѣть посредствомъ забитыхъ частокомъ свай и образованіемъ въ пазухахъ пустотъ.

Мостъ въ *Jena* (черт. 233) состоитъ изъ 5 лучковыхъ арокъ, которыхъ отверстія 28 мтр., а пологость $\frac{1}{8}$; толщина его сводовъ и опоръ вполнѣ соотвѣтствуетъ размѣрамъ сооруженія. Мостъ построенъ инженеромъ Lalande въ 1812 г.

Находившійся въ сѣверной части Турина мостъ *Doga Ripario* (черт. 234) построенъ въ 1823 г., вмѣсто прежняго деревяннаго, пришедшаго въ большую ветхость. Онъ образованъ пологой

аркой, которая, при отверстіи 45 мтр., имѣетъ подъемъ 5,5 мтр., и толщину въ вершинѣ 1,5 мтр. Ширина его провѣзжей части 7,5 мтр., а банкетовъ по 16 мтр. Чтобы защитить сводъ отъ просачивающейся воды, его покрыли слоемъ бетона, толщиной 15 см., составленнымъ изъ извести, гравія и порошка толченнаго кирпича. Опоры основаны на ростверкѣ изъ дубовыхъ свай, промежутки между которыми забутили бетономъ, изготовленнымъ изъ гравія и цементнаго раствора. Постройкой этого моста руководилъ Mosca.

Мостъ черезъ *Tessin* близъ *Buffalora* (въ 20 итальянскихъ миляхъ отъ Милана) имѣетъ 11 лучковыхъ сводовъ, съ отверстіями въ 24 мтр., и пологостью $\frac{1}{6}$; толщина его быковъ 4 мтр. Его постройка была начата въ 1813 г. и доведена до высоты пять, но затѣмъ разныя неблагопріятныя обстоятельства помѣшали продолжать работы цѣлое десятилѣтіе; ихъ возобновили только въ 1823 г. и окончили въ 1827 г. Сводъ изготовляли на висячихъ кружалахъ; въ щекахъ онъ сложенъ изъ тесоваго камня, а въ остальной части изъ кирпича. Для устройства опоръ былъ изготовленъ ящикъ, воду изъ котораго выкачали норіей и насосами, а затѣмъ забивали дубовыя сваи бабой вѣсомъ 524 килогр., падавшей съ высоты 8 мтр. Промежутки между сваями заполнили до высоты $\frac{1}{2}$ мтр. бетономъ изъ битаго кирпича и цементнаго раствора, послѣ чего клали попеременно слой бута и слой кирпича; снаружи кладка получила облицовку изъ тесоваго камня. Для предупрежденія подмывовъ забили на разстояніи 1,7 мтр. отъ основанія опоръ рядъ свай, и промежутокъ между нимъ и фундаментомъ заполнили отсыпью изъ большихъ камней. Ширина моста 10 мтр., изъ которой 6,4 мтр., занимаетъ провѣзжая часть.

Перестройка стараго *Лондонскаго моста* (см. стр. 71) была рѣшена уже въ 1723 г., но къ работамъ приступили не ранѣе какъ въ 1824 г. 24-го марта этого года была забита первая свая перемычки южнаго быка, а 1-го іюня 1825 г., происходила закладка его фундамента. Мостъ былъ открытъ королемъ William IV 1-го августа 1831 г.; его постройка стоила 20 милліоновъ рублей (2 милліона фунтовъ стерлинговъ).

Въ 1821 г. Telford окончилъ постройку виадука въ *Cartland Crags* близъ *Lanark* черезъ *Mouse Water*, (черт. 235). Онъ состоитъ изъ трехъ полуциркульныхъ арокъ съ отверстіями 15,86 мтр.; его высота надъ горизонтомъ воды превышаетъ 38 мтр. Въ опорахъ, толщина которыхъ 2,6 мтр., устроены пустоты въ видѣ трехъ вертикальныхъ трубъ; въ верхней части онѣ украшены виліестрами, продолжающимися и въ парапетахъ. Сооруженіе на-

ходится въ романтической мѣстности и имѣетъ весьма красивый видъ.

Въ тоже почти время Тельфордъ построилъ виадукъ *Pathhead* между *Edinburg'*омъ и *Coldstream*, высотой около 23 мтр., образованный пятью полуциркульными арками съ отверстіями 15,3 мтр. Такіе-жъ виадуки были имъ построены черезъ глубокія ущелья въ *Cranston Dean* и *Cotty Burn* и черезъ р. *Wansbeck* въ *Northumberland*; послѣдній получилъ три арки, изъ которыхъ средняя имѣла отверстіе 15,3 мтр., а обѣ боковыя—по 12,2 мтр.

Мостъ черезъ *Темзу въ Staines* (черт. 236) построилъ *Rennie* въ 1811 г. Онъ имѣетъ 3 лучковыя арки, которыхъ отверстія равны 20,12 и 22,56 мтр. толщина въ ключѣ 0,71 мтр., и пологость $\frac{1}{8}$. Опоры основаны на свайномъ ростверкѣ; ихъ толщина сверху внизъ немного увеличивается.

Построенный по проекту Роберта *Smirke* мостъ въ *Carlisle* черезъ *Eden* (черт. 237) состоитъ изъ 5 арокъ съ отверстіями 19,81 мтр., и пологостью $\frac{1}{3}$. Пяты расположены почти на высотѣ горизонта среднихъ водъ и во время половодья вода достигаетъ вершины сводовъ. По наружному виду можно судить что при постройкѣ этого моста соблюдалась большая экономія.

Представленный на черт. 238 мостъ *Wellesley въ Limerick*, имѣетъ пять коробовыхъ арокъ съ отверстіями 21 мтр., и пологостью $\frac{1}{4}$. Арки скошены въ видѣ коровьихъ роговъ; профиль каменныхъ перилъ не много неуклюжъ, но въ общемъ сооруженіе имѣетъ красивый видъ.

Извѣстный подъ названіемъ *Dean Bridge* мостъ въ Эдинбургѣ (черт. 239) построенъ въ 1831 г. Онъ образованъ четырьмя сводами, изъ которыхъ каждый состоитъ изъ трехъ арокъ: главной имѣющей отверстіе 27,45 мтр., и пологость $\frac{1}{3}$, поддерживающей шоссе, и двухъ боковыхъ съ отверстіями 29,28 мтр., и пологостью $\frac{1}{6}$ на которыхъ расположены банкеты. Эти арки опираются пятами на особые выступы опоръ; ихъ ширина 1,6 мтр. Такая конструкция можетъ быть признана вполне целесообразной для мостовъ, по которымъ движутся очень тяжелые грузы, такъ какъ тогда, вслѣдствіе небольшой сравнительно нагрузки банкетовъ поддерживающія ихъ арки могутъ быть сдѣланы легче.

Мостъ черезъ *Clyde въ Глазговъ* (черт. 240) построилъ Робертъ Стефенсонъ въ 1833 г. Онъ имѣетъ пять лучковыхъ арокъ, которыхъ отверстія измѣняются отъ 19,21 до 24,18 мтр. Опоры основаны на весьма тщательно изготовленномъ свайномъ ростверкѣ, находящемся на глубинѣ 3 мтр. ниже горизонта низкихъ водъ; быки украшены нишами, и въ средней изъ нихъ помѣщена

статуя братьевъ *Hutcheson*, основателей госпиталя и одного квартала, носящихъ ихъ имя.

Другой мостъ въ Глазговѣ на той же р. *Clyde* (чер. 241) построенъ по проекту *Telford'a* въ 1835 г. Онъ извѣстенъ подъ названіемъ „*Glasgow Bridge*“, и состоитъ изъ 7 лучковыхъ арокъ съ отверстиями отъ 15 до 17 мтр.; его ширина между парапетами равна 20 мтр., а вся длина 183 мтр.

Въ 1835 г. *Brunel* построилъ на желѣзной дорогѣ *Great-Western*, въ разстояніи $22\frac{1}{2}$ миль отъ Лондона, мостъ *Maidenhead* (чер. 242), имѣющій двѣ эллиптическія арки, которыхъ отверстія 39 мтр., подъемъ 7,5 мтр., а толщина въ вершинѣ 1,6 мтр.; по бокамъ ихъ находятся полуциркулярныя арки съ отверстиями отъ 6 до 8 мтр. Своды стянуты желѣзными тягами, такъ что только часть ихъ распора передается устоямъ. Толщина опоръ весьма значительна и превышаетъ 8,5 мтр.; средній быкъ украшенъ портиками и колоннами, которые не совсѣмъ соотвѣтствуютъ сооруженію столь малой высоты.

Первыя желѣзныя дороги въ Англіи были проведены по мѣстностямъ, въ которыхъ возвышенія часто чередуются съ глубокими, но неширокими долинами, влѣдствіе чего черезъ послѣднія дорога проводилась по многочисленнымъ виадукамъ не рѣдко довольно значительныхъ размѣровъ. Такъ построенный около 1820 г. виадукъ между *Лондономъ* и *Greenwich* имѣетъ длину 3633 мтр. и состоитъ изъ 855 арокъ съ отверстиями 5,5 мтр., а длина виадука желѣзной дороги *South-Western* въ Лондонѣ, содержащаго 263 арки, превышаетъ 3000 мтр. Такъ какъ высота этихъ виадуковъ была обусловлена только требованіемъ, чтобы подъ ними могло происходить движеніе обыкновенныхъ повозокъ, то она рѣдко превышаетъ 7 или 8 мтр. Эти виадуки замѣчательны, поэтому, только своей длиной, такъ какъ и конструкція ихъ арокъ не представляетъ ничего особеннаго, хотя она не вездѣ одинакова и измѣняется въ зависимости отъ ихъ важности, величины отверстия и угла, образуемаго съ осью пересѣкаемой ими улицы или дороги.

Къ лучшимъ виадукамъ въ Англіи принадлежатъ построенные Стефенсономъ виадуки *Sankey*, *Dutton*, *Berwick* и *Brent*.

Виадукъ *Sankey* имѣетъ 9 арокъ съ отверстиями 15,3 мтр.; онъ весь изготовленъ изъ кирпича. Его опоры основаны на 200 сваяхъ; высота достигаетъ 21,4 мтр.

Высота виадука желѣзной дороги *Warrington Birmingham*, носящаго названіе *Dutton*, превышаетъ 18,4 мтр.; онъ состоитъ изъ 20 арокъ съ отверстиями 18,4 мтр., подъемъ которыхъ равенъ 4,9 мтр. Опоры расположены на сваяхъ, которыхъ погруженная въ грунтъ длина превышаетъ 6 мтр.

Виадукъ желѣзной дороги New-Castle Berwick, извѣстный подъ названіемъ виадука *Berwick*, находится на р. Tweed, образующей границу между Англіей и Шотландіей. Онъ имѣетъ 28 полуциркульныхъ арокъ съ отверстиями 19 мтр.; его высота достигаетъ 36 мтр., а длина 662 мтр. Своды сложены изъ кирпича, а опоры изъ большихъ неправильно обтесанныхъ камней съ рустиками, выпускъ которыхъ равняется 0,25 мтр. Камни неправильной формы употреблены только для нижней кладки до высоты пять, а верхняя часть сооруженія облицована тесовымъ камнемъ. Сваи, на которыхъ расположены опоры, забивали при помощи парового молота Nasmyth'a. Пропорціи этого виадука выбраны весьма удачно; его построилъ Стефенсонъ, совмѣстно съ инженеромъ Harrison, около 1850 г.

Виадукъ *Brent* (чер. 243) находится на желѣзной дорогѣ *London-North-Western*; его эллиптическія арки имѣютъ отверстия 21,34 мтр., пологость $\frac{1}{4}$, и толщину въ ключѣ 0,97 мтр. Устои и быки изготовлены въ верхней части съ отверстиями, а пазухи—съ пустотами; для уменьшенія относительнаго давленія на грунтъ они получили въ фундаментѣ столь значительныя уширенія, что ихъ основныя плиты выступаютъ изъ кладки на 2,68 мтр., и соединены съ ней трехугольными консолями.

Виадукъ *Wolverton* построенъ въ глубокой долинѣ въ началѣ 30-хъ годовъ. Онъ образованъ шестью пологими сводами, которыхъ отверстия 18,3 мтр., а толщина въ вершинѣ 1,18 мтр. Каждый сводъ состоитъ изъ 9 колецъ въ $\frac{1}{2}$ кирпича толщиной; пазухи заполнены забуткой только до высоты 4,27 мтр., а затѣмъ на ней построены пять сводиковъ, идущихъ по направленію ширины моста, толщина которыхъ почти равна 22 сантиметра. Опоры расположены на основаніи изъ бетона, заключеннаго въ деревянныхъ ящикахъ, дно которыхъ образуетъ родъ ростверка.

Построенный Miller'омъ виадукъ изъ *Dunfries въ Carlisle* состоитъ изъ четырехъ полуциркульныхъ арокъ съ отверстиями 15,24 мтр., толщина которыхъ въ вершинѣ равна 0,52 мтр. Высота виадука достигаетъ 24,4 мтр.; для уменьшенія постоянной нагрузки опоры въ верхней части получили отверстия, а въ пазухахъ оставлены пустоты.

Въ 1833 г. Casarotti построилъ на дорогѣ изъ Bassano мостъ *Crespano* черезъ притокъ рѣки *Piave Astico*, состоящій изъ одной арки съ отверстиемъ 40,4 мтр. и подъемомъ 10 мтр., котораго устои, высотой около 16 мтр., основаны на сваяхъ. Ширина его проѣзжей части 4,5 мтр., а банкетовъ—1 мтр.

Необыкновенно высокія воды 1837 г. почти совершенно раз-

строили дорогу Понтебба, ведущую изъ Милана черезъ Brescia, Verona, Vicenza, Padua, Maestro, Treviso, Ospadoletto и Pontebba въ Вьну. Исправленіе ея было поручено инженеру Фрачческони, заявившему себя своими прежними сооруженіями главнымъ образомъ съ научной стороны; и достигнутые имъ результаты показали, что выборъ не могъ быть сдѣланъ удачнѣе. Кромѣ многихъ каменныхъ трубъ Francesconi построилъ весьма хорошіе мосты Rosia, Venzanossa, Fella, Meduna и др.

Мостъ черезъ горный ручей *Rusia близъ Resciutta* получилъ пять арокъ, съ отверстіями 9,4 мтр., которыхъ пологость $\frac{1}{5,32}$ и толщина въ вершинѣ 0,8 мтр.

Мостъ *Venzanossa въ Venzone* имѣетъ три лучковыя арки, съ отверстіями 12,5 мтр. и подъемомъ 2 мтр.; ихъ толщина въ ключѣ 2,5 мтр.

Мостъ черезъ *Fellas близъ Resciutta* основанъ, какъ и предыдущій, на сваяхъ; онъ состоитъ изъ 3 лучковыхъ арокъ, которыхъ отверстія 34 мтр. и подъемъ 6,5 мтр.

Мостъ черезъ бурный горный ручей *Meduna* находится вблизи *Perdenone*. Онъ построенъ въ 1837—1842 г., и имѣетъ 8 лучковыхъ арокъ съ отверстіями 20 мтр. и пологостью $\frac{1}{6}$, толщина быковъ 4 мтр., а устоевъ 5 мтр. Такая толщина опоръ была принята съ той цѣлю, чтобы при уничтоженіи крайнихъ арокъ остальные могли оставаться невредимыми; въ первой опорѣ на правомъ берегу устроили даже малую камеру для наполненія ее взрывчатымъ веществомъ во время войны.

Дѣятельность Francesconi не ограничивалась одной Италіей и въ 1840—1842 г. онъ построилъ на дорогѣ изъ Праги въ Пильзно въ Чехіи каменный мостъ черезъ *Бераунъ*, близъ города того же названія, образованный лучковой аркой съ отверстіемъ 26,54 мтр. и подъемомъ 3,56 мтр., котораго быки получили толщину 3,79 мтр., а устои — 7,58 мтр.

Въ 1833—1835 г. архитекторъ Nettolini построилъ виадукъ *Lucques* длиною 3535 мтр.; его наибольшая высота не превышаетъ 16,4 мтр.

Богатая выдающимися каменными мостами Франція имѣетъ немного мостовъ, по которымъ проведены судоходные каналы. Къ наиболѣе замѣчательнымъ сооруженіямъ этого рода принадлежитъ мостъ—каналъ *d'Agen*, (чер. 244), построенный инженеромъ Jullien въ 1839—1845 г. на пересѣченіи р. Allier каналомъ, идущимъ отъ города Toulouse до Castets близъ Bordeaux, соединяющимъ южный каналъ съ судоходной частью р. Garonne. Онъ состоитъ изъ 23 коробовыхъ арокъ, которыхъ отверстія 20 мтр.,

подъемъ 8 мтр. и толщина въ ключѣ 1,1 мтр.; толщина его въ ковѣ 3,6 мтр., а устоевъ—5 мтр. Своды покрыты слоемъ бетона, толщиною 0,3 мтр., на которомъ расположено дно канала, имѣющаго ширину внизу 7,59 мтр., а сверху—8,49 мтр.; высота его стѣнокъ 2,2 мтр., а толщина у дна 2,1 мтр. Со стороны воды стѣнки вымощены кирпичемъ, и для большей водонепроницаемости, равно какъ и дно, смазаны битумомъ изъ Сейсальскаго асфальта. Надъ каналомъ устроена мостъ, банкеты котораго расположены на его стѣнкахъ; вся длина сооруженія достигаетъ 540 мтр.

Мостъ *Южнаго канала* (Canal du Midi) (черт. 245) замѣчательнъ галлереей аркадъ, придающей ему весьма красивый видъ.

На черт. 246 изображенъ построенный Belgrand'омъ акведукъ Парижскаго водопровода, пересекающій въ *Montereau рѣку Yonne*. Онъ образованъ эллиптическими арками съ отверстіями отъ 30 до 40 мтр., въ тимпанахъ которыхъ образованы сквозныя отверстія, перекрытыя сводиками. Этотъ акведукъ требуетъ постоянного надзора, такъ какъ въ немъ часто появляются тонкія трещины—какъ полагаютъ, отъ переменъ температуры—черезъ которыя просачивается довольно значительное количество воды.

Еще болѣе хлопотъ доставляетъ акведукъ *Marne* (чер. 247) потому что онъ изготовленъ изъ бетона Coignet, и вслѣдствіе того требуетъ частыхъ, не мало стоящихъ исправленій.

Акведукъ *de Roquefavour* (чер. 248) построенъ въ 1847 г. для Марсельскаго водопровода. Его высота весьма значительна и достигаетъ 82 мтр.; арки устроены въ 3 ряда; отверстія верхняго ряда, на которомъ расположенъ каналъ, равны 5 мтр. а ихъ число 51. Сооруженіе имѣетъ немного тяжелый, но въ общемъ довольно красивый видъ; нижній рядъ состоитъ изъ 12 арокъ по 15,2, а средній изъ 15 арокъ по 16 мтр.

Въ Франціи, какъ и въ Англіи, желѣзныя дороги въ многихъ мѣстахъ проведены по виадукамъ, между которыми первое мѣсто занимаетъ построенный инженерами Perdonnet и Payen въ 1840 г. виадукъ *Val-Fleury* на желѣзной дорогѣ Парижъ-Версаль, котораго длина 146 мтр. а высота 32 мтр. Онъ состоитъ изъ 7 полуциркульныхъ арокъ, съ отверстіями 10,7 мтр.; козлы его опоръ соединены между собою арками, шириной 8 мтр., на которыхъ устроена обыкновенная дорога, для чего въ опорахъ изготовлены соотвѣтственные отверстія.

Подобное устройство имѣетъ виадукъ *Combe Bouchard* Парижъ-Лионской ж. д., состоящій изъ 11 арокъ съ отверстіями 10 мтр.;

покоили соединены сводами шириной 12,05 мтр. Длина этого виадука 156 мтр., и наибольшая высота 39 мтр.

Виадукъ *Manse* (чер. 249) на линіи *Orleans-Bordeaux* имѣетъ длину 303 мтр. и высоту 32 мтр.; онъ образованъ 15 полуциркульными арками съ отверстиями 15 мтр.; толщина опоръ на высотѣ пять 3,5 мтр.

Высота виадука *Indre* достигаетъ 20 мтр., а отверстіе его арокъ — 9,8 мтр. (чер. 250); толщина опоръ на высотѣ пять 2,2 мтр., но черезъ каждыя 5 арокъ эта толщина увеличена до 3,2 мтр. Его длина равна 751 мтр.

Оба послѣдніе виадуки, послужившіе типомъ для многихъ другихъ желѣзнодорожныхъ виадуковъ во Франціи, построены по проектамъ *Morandière* въ 1848 г.

Виадукъ *домны Ouse* имѣетъ 37 полуциркульныхъ арокъ съ отверстиями 9 мтр.; толщина опоръ на высотѣ пять 1,6 мтр. Его длина 452 мтр., а наибольшая высота 9 мтр.

Длина виадука *Mireville* на жел. дор. *Rouen-Havre* достигаетъ 530 мтр., а высота 33 мтр.; онъ образованъ 48 полуциркульными арками, которыхъ отверстія 8,5 мтр., а толщина въ пятахъ 1,5 мтр. Виадуки этой дороги построены англійской компаніей въ 1845 г.; вслѣдствіе дурного качества употребленнаго для нихъ кирпича оказалось необходимымъ одинъ изъ нихъ, находящійся въ *Barentin*, совершенно перестроить, а разрушеніе другого удалось предупредить только посредствомъ скрѣпленія его желѣзной арматурой.

Виадукъ *Dinan* въ долинѣ *Rance* въ Бретаньи (чер. 251) имѣетъ 10 арокъ по 16 мтр.; его длина 296 мтр., а наибольшая высота 39,8 мтр. Конструкція этого виадука не вполне правильна, такъ какъ его опоры, несмотря на значительную высоту, получили постоянную толщину, которая достигаетъ 4 мтр.; и кромѣ того снабжены на концахъ совершенно излишними контрфорсами. Онъ построенъ въ 1850 г.

Виадукъ *Fure* находится на линіи *Saint-Rombert-Grenoble*; онъ образованъ 16 арками, раздѣленными утолщенными опорами на 3 группы, изъ которыхъ средняя содержитъ 6, а остальные — по 5 арокъ. Отверстія арокъ 14 мтр., ихъ толщина въ ключѣ 0,75 мтр.; толщина опоръ у пять 2,75 мтр. а утолщенныхъ — 3,8 мтр.

Построенный въ 1854 г. на линіи *Chateauroux-Limoges* виадукъ *Gartempe* (чер. 252) имѣетъ 2 ряда арокъ съ отверстиями отъ 13 до 15 мтр. Его наибольшая высота 53,2 мтр.; опоры скрѣплены контрфорсами, идущими во всю высоту и оканчивающимися вверху башенками съ репейками (*cul-de-lampe*).

Большой легкостью отличаются построенные въ 1855 и 1856 г. на линіи Paris-Mulhouse віадукі *Largue* и *Roësbachel*. Длина перваго 493 мтр.; его среднее отверстіе, назначенное для пропуска воды, равно 25 мтр., а отверстія боковых—8,6 мтр.; послѣднія раздѣлены на группы по 6—8 арокъ. Толщина опоръ на высотѣ пять не превышаетъ 1,4 мтр., но опоры, раздѣляющія сооруженіе на группы, имѣютъ толщину 4 мтр.

Віадукъ *Roësbachel* находится на кривой; его длина 389 мтр. и онъ состоитъ изъ 5 группъ полуциркульныхъ арокъ, по 7 въ группѣ, отверстія которыхъ 8,6 мтр.

Віадукъ *St. Germain* построилъ Flachat въ 1835 г.; онъ имѣетъ 20 полуциркульныхъ арокъ, которыхъ отверстія 10 мтр., а толщина въ ключѣ 0,95 мтр. Его высота 23,5 мтр., и длина 250 мтр.

Построенный въ 1847 г. на линіи Парижъ-Ліонъ віадукъ *Brunoy* состоитъ изъ 28 полуциркульныхъ арокъ съ отверстіями 10 мтр. и толщиной въ ключѣ 0,9 мтр., раздѣленныхъ на 6 группъ, изъ которыхъ одна содержитъ 3, а остальные—по 5 арокъ. Толщина опоръ 3 мтр., а утолщенныхъ—4,15 мтр. Вся длина віадука 376 мтр. а высота достигаетъ 25 мтр.; опоры основаны частью на бетонѣ и частью на свайномъ ростверкѣ. Кладка состоитъ изъ бута, но ея ребра выложены тесовымъ камнемъ.

Віадукъ *Chaumont* (черт. 253) на желѣзной дорогѣ Paris Mulhouse имѣетъ 40 полуциркульныхъ арокъ, которыхъ отверстія 9,25 мтр., а толщина въ ключѣ 0,56 мтр. Толщина опоръ на высотѣ пять 1,8 мтр.; черезъ каждыя 5 отверстій устроена утолщенная опора въ 2,2 мтр. съ цѣлю предупрежденія обвала всего віадука въ случаѣ, если бы во время войны одна изъ арокъ была разрушена. На двухъ разныхъ высотахъ опоры скрѣплены арками шириною 3 мтр.; въ опорахъ сдѣланы отверстія шириной 2,5 мтр. и высотой 5 мтр., возстановившія сообщеніе по этимъ аркамъ на всемъ протяженіи віадука. Промежуточные арки раздѣлили віадукъ на 3 этажа, и смотрящему на него съ разстоянія кажется, что онъ имѣетъ 3 ряда арокъ, число которыхъ 130.

Находящійся на той же линіи віадукъ *Voulsie* близъ *Provins* состоитъ изъ 42 полуциркульныхъ арокъ съ отверстіями 9 мтр., раздѣленныхъ утолщенными опорами на 3 группы, изъ которыхъ двѣ среднія содержатъ по 6, а остальные—по 5 арокъ. Віадукъ расположенъ на торфяномъ грунтѣ, въ которомъ сваи, забитыя до глубины 25 мтр. не давали отказа. Въслѣдствіе невозможности достигнуть материка остановились на этой глубинѣ, вычерпали между рядами свай землечерпательными машинами часть болоти-

этаго грунта, и замѣнили его слоемъ бетона достаточной толщины. Кладка виадука бутовая на гидравлическомъ растворѣ, но ребра выложены тесовымъ камнемъ; его длина равна 462 мтр., а наибольшая высота 20 мтр.

Подобнымъ образомъ какъ въ предыдущемъ виадукѣ устроено основаніе виадуковъ въ *Chantilly*, *Cornelle* и *Commelle* желѣзной дороги St. Denis Creil, расположенныхъ тоже на торфяномъ грунтѣ, такъ какъ опоры каждаго изъ нихъ основаны на сваяхъ, промежутокъ между которыми въ верхней части заполнены бетономъ, заключеннымъ между шпунтовыми стѣнками. Виадукъ *Chantilly* имѣетъ 36 полуциркульныхъ арокъ, которыхъ отверстія 10 мтр. а толщина въ ключѣ 0,75 мтр.; арки раздѣлены утолщенными опорами на 3 группы, изъ которыхъ средняя содержитъ 6, а прочія— по 5 отверстій. Длина виадука 427 мтр., а наибольшая высота 22,15 мтр. Виадукъ *Commelle* (черт. 254) состоитъ изъ 15 полуциркульныхъ арокъ съ отверстіями 19,6 мтр.; толщина опоръ на высотѣ пять 2,7 мтр. Пазухи застроены сводиками шириной 1,36 мтр.; вся длина виадука 339,6 мтр., а наибольшая высота 39, 5 мтр. Для уменьшенія относительнаго давленія на основаніе фундаментъ получилъ значительное уширеніе. Эти виадуки построены въ 1856—1858 г.

Виадукъ *Valserine* на линіи Lyon-Genève (черт. 255) состоитъ изъ двухъ вертикально одна надъ другой расположенныхъ арокъ. Отверстіе нижней 31,4 мтр., а верхней—32,4 мтр.; высота рельсъ надъ горизонтомъ пересѣкаемой виадукомъ рѣки 47 мтр. По обѣ стороны главнаго отверстія устроены нѣсколько малыхъ арокъ, съ пролетами около 8,4 мтр.

Построенный въ 1859 г. виадукъ *Feige* состоитъ изъ арокъ, которыхъ отверстія равны 14 мтр.; его высота 31 мтр. Весь виадукъ выстроенъ изъ бута безъ употребленія тесоваго камня: такая кладка имѣетъ кромѣ экономичности еще то преимущество, что садится на всемъ протяженіи болѣе равномерно чѣмъ въ случаѣ, когда нѣкоторыя части ея состоятъ изъ тесоваго камня; такъ какъ послѣдняя садится менѣе, то на мѣстахъ ея сопряженія съ остальной кладкой часто появляются трещины.

Виадукъ *Altier* (черт. 256) находится близъ Villefort на желѣзной дорогѣ Brioude Alais, въ кривой радіуса 400 мтр. и въ уклонѣ 0,025. Его высота надъ поверхностью земли достигаетъ 73 мтр., а надъ горизонтомъ воды—69 мтр.; онъ имѣетъ 10 арокъ съ отверстіями 16 мтр. На вертикальномъ разстояніи 47 мтр. отъ рельсъ опоры скрѣплены арками, шириной 3 мтр.; кромѣ того ихъ толщина сверху внизъ увеличена такъ значительно, что наружныя поверхности имѣютъ уклонъ около $\frac{1}{10}$.

Віадукъ *Chatellux* въ департаментъ Yonne (черт. 257) построенъ для обыкновенной дороги. Онъ состоитъ изъ 11 арокъ, которыхъ отверстія 9,5 мтр.; его наибольшая высота 20 мтр.. Толщина свода въ ключѣ 0,42 мтр., а опоръ на высотѣ пять—только 1,42 мтр.; віадукъ выстроенъ изъ мелкаго бута при помощи цементнаго раствора.

Изображенный на черт. 258 віадукъ *Port Launey* черезъ Aulne выдѣляется правильной пропорціональностью размѣровъ.

Высота віадука *Morlaix* (черт. 259) надъ горизонтомъ воды достигаетъ 57 мтр.; его своды устроены въ два ряда, а опоры замѣчательны чрезмѣрной толщиной. Весь віадукъ сложенъ изъ гранита.

Віадукъ *Pompadour* (черт. P.) на линіи Limoges-Brives построенъ по типу віадука Aulne; отверстія арокъ равны 25 мтр., а его высота достигаетъ 55 мтр.

Віадукъ *Crueize* (черт. 260) находится въ уклонѣ 0,0215; его наибольшая высота 63,3 мтр. Онъ образованъ слегка ползучими сводами, составленными изъ двухъ четвертныхъ дугъ круга, которыхъ радіусы 12,915 и 12,085 мтр. Толщина опоръ сверху внизъ увеличивается.

Не мало віадуконъ потребовали также желѣзныя дороги въ Германіи. Такъ въ 1841 г.—1843 г. построенъ по проекту Moller'a и Wittfeld віадукъ *Goel* близъ Ахенъ (черт. 261) котораго длина 206,5 мтр., высота 36,7 мтр., а ширина 8,5 мтр. Своды устроены въ два ряда, изъ которыхъ верхній имѣетъ 17 арокъ съ отверстіями 9,6 мтр., раздѣленныхъ утолщенными опорами на 3 группы. Толщина опоръ 2,19 мтр., а утолщенныхъ—5,65 мтр.

Тѣмъ же строителямъ принадлежитъ віадукъ *Bielefeld*, состоящій изъ 28 полуциркульныхъ арокъ съ отверстіями 11,29 мтр., раздѣленныхъ двумя опорами, толщиной около 5 мтр. на три группы; толщина прочихъ опоръ 2,26 мтр.

Ахенскій віадукъ на желѣзной дорогѣ Кельнъ-Ахенъ состоитъ изъ арокъ разныхъ отверстій, а именно: изъ 8 полуциркульныхъ арокъ съ отверстіями 12,5 мтр.; изъ 8 овальныхъ отверстій, расположенныхъ въ 2 ряда, каждое величиной 4,25 мтр.; изъ 11 полуциркульныхъ арокъ по 6,25 мтр. и изъ группы трехъ отверстій, изъ которыхъ среднее, имѣющее пролетъ 16 мтр., перекрыто лучковой аркой, а оба боковыя—прямой перемычкой. Длина этого віадука равняется 298 мтр.

Въ 1844—1847 г. Henz построилъ черезъ *Neisse* близъ Görlitz, на нижнесилезской желѣзной дорогѣ, віадукъ длиною 469 мтр., котораго высота достигаетъ 35,2 мтр. (черт. 262). Онъ образованъ

полуциркульными арками, раздѣленными утолщенными опорами на группы, изъ которыхъ первая, считая отъ лѣваго берега, содержитъ 3 отверстія по 22,2 мтр., слѣдующая 3—по 18,8 мтр., третья 5—по 12,5 мтр., а послѣдняя 6—по 9,4 мтр. Кладка состоитъ изъ гранита, но карнизы и парапеты вытесаны изъ известняка; опоры основаны отчасти на свайномъ ростверкѣ, и отчасти на скалѣ. Виадукъ, особенно въ его верхней части, отдѣланъ изящно и съ большимъ вкусомъ.

Виадукъ въ долинѣ *Spree* близъ *Bautzen* (черт. 263) въ Саксоніи построенъ въ 1846 г. Онъ раздѣленъ на три группы, изъ которыхъ средняя имѣетъ 5 арокъ съ отверстіями 17 мтр., а каждая изъ крайнихъ образована 5 арками по 8,5 мтр.; вся длина равняется 226 мтр., а наибольшая высота 19,4 мтр. Средняя часть виадука отдѣлана довольно красиво, но боковыя имѣютъ весьма простой и однообразный видъ.

Построенный въ началѣ 40-хъ годовъ на Саксонско-Силезской желѣзной дорогѣ виадукъ *Löbau* (черт. 264) состоялъ изъ 9 полуциркульных арокъ съ отверстіями отъ 14,2 до 17 мтр.; его высота достигала 34 мтр. Онъ пересекаетъ находящуюся между *Löbau* и *Görlitz* долину, и примыкаетъ непосредственно къ вокзалу *Löbau*. Кладка этого виадука была исполнена весьма небрежно, кромѣ того въ аркахъ не сдѣлали устройствъ для стока воды, вслѣдствіе чего дождевыя воды могли просачиваться въ кладку опоръ. Послѣднее обстоятельство было по всей вѣроятности причиною, что въ началѣ 1855 г., при наступленіи оттепели, значительная часть виадука обвалилась. Тогда оставшуюся часть разобрали, и построили на его мѣстѣ новый, получившій 2 арки по 22,7 мтр., и 7 арокъ по 33,2 мтр.; его длина достигаетъ 187 м. а наибольшая высота—38,8 мтр. Своды, карнизы и углы опоръ изготовлены изъ песчаника, а самыя опоры—изъ гранита.

Наиболѣе замѣчательными виадуками въ Германіи считаютъ построенные инженерами *Wilcke*, *Tost* и *Köller* во второй половинѣ сороковыхъ годовъ виадуки *Göeltsch* и *Elster*.

Постройка виадука *Göltzsch* (черт. 265), находящагося на линіи *Leipzig-Hof* Саксонско-баварской желѣзной дороги, была начата въ 1845 г. и окончена въ 1851 г. Его длина равняется 574 мтр., а наибольшая высота—78 мтр. По первоначальному проекту весь виадукъ долженъ былъ состоять изъ малыхъ отверстій, но при изслѣдованіи грунта пересекаемаго имъ потока оказалось, что материкъ находится на значительной глубинѣ около 29 мтр., что поэтому устройство опоръ въ водѣ обошлось бы чрезвычайно дорого. Вслѣдствіе того измѣнили проектъ такимъ образомъ, что

тальвегъ перекрыли двухэтажной аркой, имѣющей внизу отверстіе 28,6 мтр., а вверху—30,9 мтр.; подошва фундаментовъ опоръ ея находится на глубинѣ 14,5 мтр. ниже дна ручья. Къ среднему отверстію примыкають слѣва и справа четырехэтажные ряды арокъ съ отверстіями отъ 8 до 14,11 мтр., которыхъ опоры имѣють толщину 3,11 мтр. Кладка состоитъ отчасти изъ тесоваго гранитнаго и песчанаго камня, отчасти изъ бута, а отчасти изъ кирпича, крѣпость котораго провѣряли испытаніями; въ ней совсѣмъ нѣтъ желѣза, и единственнымъ связывающимъ веществомъ служитъ цементный растворъ.

Употребленіе малыхъ отверстій при столь значительной высотѣ не можетъ быть признано цѣлесообразнымъ и не подлежитъ сомнѣнію, что получилось бы болѣе красивое и въ то же время болѣе дешевое сооруженіе, если бы отверстія всѣхъ его арокъ были взяты не менѣе 30 мтр.

Болѣе правильно составленъ проектъ віадукъ, проходящаго черезъ долину *Elster* (черт. 266), котораго длина 272 мтр., а наибольшая высота надъ горизонтомъ воды—68 мтр. Онъ имѣетъ два ряда арокъ, изъ которыхъ нижній образованъ двумя главными отверстіями въ 26 и 28,9 мтр., между которыми помѣщены двѣ малыя арки съ отверстіями по 7,1 мтр. Верхній рядъ состоитъ изъ главной арки съ отверстіемъ 31,15 мтр., и изъ 5 арокъ по 28,9 мтр. Віадукъ *Elster* принадлежитъ къ лучшимъ сооруженіямъ этого рода въ Германіи; какъ и віадукъ Гельчъ, онъ изготовленъ изъ гранита, песчаника и кирпича при посредствѣ раствора, составленнаго изъ извести, песка, сланца и толченаго кирпича.

Віадукъ въ *Австріи*, какъ по числу, такъ и размѣрамъ, уступаютъ германскимъ віадукамъ. На черт. 267 представленъ видъ построеннаго въ 1842 г. віадукъ въ *Баденѣ* близъ Вѣны, длина котораго достигаетъ 436 мтр.; отверстія его пологихъ арокъ измѣняются въ предѣлахъ отъ 7,5 до 11,2 мтр.

Віадукъ *Franzthal* находится на Южной желѣзной дорогѣ, соединяющей Вѣну съ Триестомъ. Онъ имѣетъ свыше 25 арокъ, устроенныхъ въ 2 ряда; арки нижняго этажа получили отверстія 15,2 мтр., при толщинѣ въ ключѣ 0,8 мтр.; отверстія верхнихъ арокъ равны 16,8 мтр., а толщина ихъ 0,95 мтр. Арки раздѣлены двойными опорами на 3 группы; толщина простыхъ опоръ 4,82 мтр., а двойныхъ—9,56 мтр. Часть віадукъ находится въ кривой, и соотвѣтствующія ей опоры имѣють въ горизонтальномъ сѣченіи форму трапеціи; его основанія расположены на свай-

номъ роствертѣ, но длина свай не превышаетъ 3,16 мтр. Вся длина віадукъ 522 мтр., а его наибольшая высота—38 мтр.

Віадукъ *Hirschthal* находится весь въ кривой. Его длина 190 м., а наибольшая высота—28,5 мтр.; отверстія арокъ равны 13,3 м., ихъ толщина въ ключѣ 0,95 мтр. Толщина простыхъ опоръ 2,84 а двойныхъ—5,67 мтр.

Наибольшее число віадукѣвъ находится на построенной въ 1848—1853 г. Семмерингской желѣзной дорогѣ. Віадукъ *Kalte Rinne* имѣетъ длину 184 мтр., а высота его достигаетъ 46 мтр. Онъ состоитъ изъ двухъ рядѣвъ арокъ; нижній рядъ содержитъ 5 арокъ съ отверстіями 12,64 мтр., а верхній—10 арокъ, которыхъ отверстія равны 14,54 мтр.

Віадукъ *Wagner Graben* образованъ тоже двухэтажными арками; его длина 142 мтр., а наибольшая высота 39 мтр. Нижній этажъ имѣетъ 5 арокъ съ отверстіями 9,5 мтр., а верхній—9 арокъ по 12,3 мтр.; онъ весь выстроенъ изъ кирпича.

Длина віадукъ *Schwarzau* близъ Payerbach равна 228 мтр., а высота достигаетъ 25 мтр.; его средняя часть состоитъ изъ полуциркульных арокъ съ отверстіями 19,9 мтр., а каждая изъ боковыхъ имѣетъ по 4 полуциркульныхъ арки съ отверстіями 9,8 мтр.

Віадукъ черезъ *Krausel-Klause* и *Gampertl-Graben* имѣютъ по 2 ряда арокъ, а віадукъ черезъ *Mürz* близъ Mürzzuschlag образованъ одной средней аркой съ отверстіемъ 15,2 мтр., и двумя боковыми по 11,4 мтр.

Въ 1841—1846 г. построенъ для желѣзныхъ дорогъ Bologna-Pistoja, Genes-Spezia и Ancona-Orte віадукъ черезъ лагуны (болота) въ *Veneziа*, связывающій этотъ городъ съ континентомъ. Его длина равна 3605 мтр., и онъ имѣетъ 210 лучковыхъ арокъ съ отверстіями 10 мтр. (черт. 268) раздѣленныхъ утолщенными опорами на группы по 5 арокъ; основанныя на сваяхъ опоры получили внизу, для уменьшенія относительнаго давленія, значительныя уширенія, ихъ толщина сверху 2,12 мтр., а наибольшая высота 5,25 мтр.

Построенный въ 50-хъ годахъ на линіи Verona-Coccaglio віадукъ *Riofredo-Desenzano* имѣетъ длину 400 мтр. и наибольшую высоту 60 мтр. Онъ состоитъ изъ 17 стрѣльчатыхъ арокъ, описанныхъ около равносторонняго треугольника со стороною 17,5 мтр.; толщина опоръ 4,5 мтр. Основанія устроены на сваяхъ, забитыхъ до глубины около 12 мтр.; кладка состоитъ изъ тесоваго известковаго камня, но углы выложены бутѣмъ и кирпичемъ. Толщина щековыхъ стѣнъ равна 2 мтр.; въ серединѣ между ними построена параллельная имъ стѣна толщиной 1 мтр., съ

круговыми отверстиями, и образованный таким образом пространства, шириной 2 мтр., перекрыты полуциркульными сводами, идущими непрерывно от вершины до вершины арокъ, но надъ ключемъ устроена сплошная кладка, для того, чтобы линія давленія лучше соотвѣтствовала стрѣлчатой формѣ арокъ. Продольные своды выровнены забуткой и покрыты асфальтомъ съ такимъ уклономъ, что стокъ воды направленъ къ вершинамъ сводовъ.

Віадукъ между *Albano* и *Ariccia* черт. А (листь 23) построенъ по распоряженію папы Пія IX въ 1848—1853 г. Его высота, достигающая 60 мтр., раздѣлена на 3 этажа, изъ нихъ верхній содержитъ 18 полуциркульныхъ арокъ съ отверстиями около 9 мтр. Кладка изготовлена изъ Пеперинскаго бута на растворѣ изъ романскаго цемента; карнизы и щекковыя стѣны состоятъ изъ тесоваго камня. Въ опорахъ устроены отверстія, дѣлающія возможнымъ сообщеніе по всей длинѣ во всѣхъ этажахъ. Строителемъ этого, хотя немного тяжелаго, но тѣмъ не менѣ красиваго сооруженія, былъ инженеръ *Batocchi*; оно потребовало 70,000 куб. мтр. камня и стоило 150,000 римскихъ скуди.

Къ замѣчательнымъ віадукамъ, построеннымъ въ концѣ сороковыхъ и началѣ пятидесятихъ годовъ въ *Англіи*, принадлежитъ віадукъ *Lockwood* (черт. 269) близъ *Huddesfield* (*Yorkshire*), котораго длина достигаетъ 436 мтр., а высота надъ горизонтомъ рѣки—38 мтр.; онъ образованъ полуциркульными арками съ отверстиями 9,12 мтр. Толщина опоръ на высотѣ пять равна только 1,36 мтр.; къ низу она увеличивается постепенно, такъ что ихъ наружныя стѣнки имѣютъ наклонъ 0,02. Вся кладка состоитъ изъ бута. Слишкомъ малая толщина опоръ придаетъ сооруженію весьма легкій, но и тревожный видъ; она заставляетъ сомнѣваться о его долговѣчности, и во всякомъ случаѣ при столь значительной высотѣ не можетъ быть рекомендована къ подражанію. Благодаря доброкачественности матеріала и хорошему исполненію кладки, этотъ віадукъ до сихъ поръ вполне удовлетворяетъ своему назначенію; строителемъ его былъ *John Hawkshaw*.

Віадукъ *Folkestone* на желѣзной дорогѣ *South Eastern* состоитъ изъ кирпича (черт. 270). Онъ имѣетъ 19 полуциркульныхъ арокъ съ отверстиями 9,2 мтр., толщина которыхъ въ вершинѣ равна 0,46 мтр.; толщина опоръ на высотѣ пять равна 1,8 мтр., а къ низу она увеличивается такимъ образомъ, что наружныя стѣнки имѣютъ уклонъ 0,03. Высота віадука, размѣры котораго выбраны весьма удачно, достигаетъ 31,6 мтр.

Построенный въ 1850 г., віадукъ *Linlithgow* (черт. 271), находится на линіи *Edimbourg-Glasgow*. Его длина достигаетъ 459

мтр., и онъ состоитъ изъ 23 лучковыхъ арокъ, которыхъ пологость равна $\frac{1}{3}$; толщина стѣнокъ къ низу увеличивается помощію обрѣзовъ, устроенныхъ на двухъ разныхъ высотахъ. Недостаткомъ этого сооруженія слѣдуетъ считать отсутствіе утолщенныхъ арокъ, могущихъ выдерживать односторонній распоръ; въ настоящемъ его видѣ уничтоженіе одной арки можетъ повлечь за собой крушеніе всего сооруженія.

Віадукъ на р. *Dee* (черт. 272) находится на линіи желѣзной дороги *Chester Shrewsbury*, въ 2 километрахъ ниже акведука *Cysyltau*. Онъ имѣетъ 19 арокъ съ отверстіями 18,5 мтр.; его длина равна 460 мтр., а наибольшая высота—44 мтр. Своды сложены изъ кирпича, а остальная кладка—изъ бута и тесового камня; послѣднимъ обдѣланы все углы сооруженія. Стѣнки опоръ вертикальны, такъ что ихъ толщина во всю высоту постоянна, но въ поперечномъ сѣченіи онѣ обтесаны углами, суживающими ихъ на 0,6 мтр., съ каждой стороны. Вслѣдствіе послѣдняго обстоятельства отверстія арокъ вблизи щечковыхъ стѣнъ увеличились до 19,7 мтр. а толщина опоръ уменьшилась съ 3,98 до 2,78 мтр. Такое устройство оказалось весьма выгоднымъ для внѣшняго вида сооруженія, и оно заслуживаетъ подражанія для віадуконъ, находящихся въ такой мѣстности, гдѣ эстетическая сторона играетъ тоже нѣкоторую роль.

Представленный на черт. 273 віадукъ въ *Colne* близъ *Watford* состоитъ изъ полуциркульныхъ арокъ съ отверстіями 9,15 мтр. Его размѣры пропорціональны, но слишкомъ большое число пустотъ въ устояхъ не можетъ быть признано целесообразнымъ.

Мостъ *Nydeck* черезъ *Aar* въ Бернѣ въ Швейцаріи (черт. 274) построилъ *Negrelli* въ 1841—1844 г. Онъ состоитъ изъ лучковой арки, которой отверстіе 45,9 мтр., подъемъ 18,3 мтр., а толщина въ ключѣ 1,8 мтр., и изъ двухъ меньшихъ арокъ съ отверстіями 16,5 и толщиной въ вершинѣ 1,2 мтр. Надъ арками устроены пустоты, а въ промежуточныхъ опорахъ образованы каналы для стока воды. Для лучшей защиты сводовъ они покрыты слоемъ раствора, толщиной 7,5 сантиметровъ, и слоемъ асфальта толщиной 1,2 см. Віадукъ отличается правильностью формъ и, несмотря на весьма простую отдѣлку, производитъ хорошее впечатлѣніе.

Въ 1845 г. архитекторъ *Pechaud* построилъ віадукъ въ г. *Lausanne*, для сообщенія между обѣими частями, раздѣленными оврагомъ; длина его достигаетъ 200 мтр., а наибольшая высота 25 мтр.

Кромѣ названныхъ построено въ Швейцаріи много другихъ віадуконъ болѣе или менѣе значительныхъ размѣровъ. Наиболѣе

замѣчательные изъ нихъ находятся въ долинѣ *Val Travers* и на линіи желѣзной дороги *Yverdun*, но по конструкціи они ничѣмъ не отличаются отъ подобныхъ имъ виадуковъ въ Германіи.

Въ *Франціи* каменные мосты пользуются и въ настоящее время большимъ распространеніемъ и вездѣ, гдѣ обстоятельства позволяютъ, отдають имъ предпочтеніе передъ желѣзными. Причина тому заключается главнымъ образомъ въ ихъ почти безиредѣльной долговѣчности и малой стоимости содержанія.

Изъ многочисленныхъ каменныхъ мостовъ, построенныхъ въ послѣднее время въ Франціи, приведемъ только наиболѣе выдающіеся. Изображенный на черт. 275 мостъ черезъ *Truyère* построенъ въ 1845 г., вмѣсто существовавашаго здѣсь ранѣе деревяннаго имѣвшаго каменные опоры; послѣднія включены въ опоры новаго сооруженія. Онъ состоитъ изъ трехъ арокъ съ отверстиями 22,1 мтр.; въ его тимпанахъ устроены пустоты, перекрытыя малыми сводиками. Какъ по конструкціи, такъ и архитектурѣ этотъ мостъ принадлежитъ къ лучшимъ сооруженіямъ.

Постройка моста *Montlouis* (чер. 276), находящагося на желѣзной дорогѣ *Tours-Bordeaux*, была окончена въ 1846 г. Онъ имѣетъ 14 коробовыхъ арокъ съ отверстиями 24,75 мтр.; его тимпаны заполнены сплошной кладкой безъ пустотъ. Сначала предполагали построить на этомъ мѣстѣ мостъ съ деревянными арками, но произведенный инженеромъ *Morandière* сравнительный расчетъ показалъ, что деревянная конструкція обойдется не дешевле каменной, вслѣдствіе чего первый проектъ былъ оставленъ. Мостъ *Montlouis* считался долгое время образцовымъ, и по его типу построено много другихъ мостовъ въ разныхъ мѣстахъ Франціи.

Построенный въ 1854—1855 г. мостъ *Alma* черезъ *Сену* въ Парижѣ (чер. 277) имѣетъ три отверстія, изъ которыхъ среднее содержитъ 43 мтр., а оба боковые по 23 мтр. Пологость его коробовыхъ сводовъ равна $\frac{1}{5}$; ихъ наружныя ребра срезаны въ видѣ коровьихъ роговъ, увеличившихъ кажущуюся пологость и изящность моста. За исключеніемъ щековыхъ частей своды сложены изъ необтесанныхъ и неправильныхъ кусковъ бутоваго камня, промежутки между которыми заполнены растворомъ изъ цемента *Vassu*, который при испытаніяхъ давалъ 170 килограммовъ на 1 квадратный сантиметръ; дѣйствующее давленіе въ мостѣ *Alma* не превышаетъ 15 кил. на квар. см. Кружала боковыхъ сводовъ поддерживались подкосами, разставленными радіально, и опиравшимися на сваи, а кружала средняго были построены по шпренгельной системѣ, чтобы промежуточными опорами не стѣснять судоходство во время производства работъ. Всѣ стойки кружалъ

опирались на песокъ, помѣщенный въ желѣзныхъ ящикахъ высотой около 25 сантиметровъ, отверстія которыхъ частью залили гипсомъ, а частью закупорили пробками. Приступая къ раскружалыванію открывали эти отверстія и выпускали черезъ нихъ песокъ, вслѣдствіе чего кружала весьма медленно понижались. Головы опоръ украшены хорошими военными статуями, представляющими гренадера, зуава, инфантериста и артиллериста. Мостъ отдѣланъ съ большимъ вкусомъ, дѣлающимъ честь его строителю. Опоры основаны на сваяхъ, промежутки между которыми заполнены вверху забуткой, а снаружи окружены отсыпью изъ большихъ камней. Не смотря на эти предосторожности черезъ нѣкоторое время послѣ открытія моста въ немъ появились трещины, и было признано нужнымъ замѣнить сплошную кладку въ тимпанахъ пустотами для уменьшенія давящаго на грунтъ груза.

Находящійся вблизи мостъ *Инвалидовъ* былъ прежде цѣпной о трехъ отверстіяхъ. Въ 1855 г. его замѣнили каменнымъ, получившимъ 4 арки, которыхъ опоры украшены башнями побѣдъ на сушѣ и на водѣ. Такъ какъ постройка производилась очень спѣшно, то кладка вышла непрочной и оказалась необходимость большую часть опоръ перестроить; для двухъ изъ нихъ изготовили даже новыя основанія.

Построенный инженерами Morandière и Deglin въ 1856 г. на линіи Tours-Bordeaux, въ трехъ километрахъ отъ города Tours мостъ *Plessis-les-Tours* состоитъ изъ 15 коробовыхъ арокъ съ отверстіями 24 мтр., тимпаны которыхъ перекрыты лучковыми открытыми снаружи сводами, имѣющими пролеты около 7 мтр.; толщина опоръ въ пятахъ равна 3 мтр.

Въ тоже почти время построенъ другой мостъ на *Лоарн* въ *Chalonnnes* (черт. 278) получившій 17 эллиптическихъ арокъ, которыхъ отверстія равны 30 мтр., а пологость $\frac{1}{4}$. Опоры основаны на сваяхъ, погруженныхъ головами въ бетонномъ массивѣ; кладка какъ опоръ такъ и сводовъ состоитъ изъ бута; изъ того же матеріала изготовлены даже наличники арокъ, имѣющіе видъ трапецій, которыя формовали въ деревянныхъ ящикахъ. Мостъ проектировалъ Moreau, а строилъ Dubreil; его длина достигаетъ 602 мтр.

Желѣзнодорожный мостъ на *Лоарн* въ *Nantes* построилъ тоже Moreau въ 1856 г. Онъ перекрываетъ два рукава этой рѣки, состоитъ слѣдовательно изъ двухъ мостовъ, изъ которыхъ одинъ содержитъ 9, а другой—7 отверстій по 30 мтр. Основанія опоръ заложены на глубинѣ отъ 16 до 26 мтр. ниже дна рѣки; выемка слабаго грунта производилась при посредствѣ сжатого воздуха,

Moreau построилъ также въ 1858 г. въ верхней части Лоары въ *Roanne* мостъ, имѣющий 7 пологихъ арокъ съ отверстиями 28 мтр. (чер. 279), отличающийся весьма красивой отдѣлкой.

Въ теченіи 1845--1876 г. построено на Лоарѣ между *Roanne* и *Nantes* 9 болѣе или менѣе значительныхъ каменныхъ мостовъ. Еще болѣе такихъ мостовъ было въ тоже время построено для вновь сооружаемыхъ тогда желѣзныхъ дорогъ на разныхъ притокахъ Лоары, изъ которыхъ наиболѣе замѣчательны мостъ черезъ *Allier въ Guetin*, имѣющий 15 эллиптическихъ арокъ съ отверстиями по 20 мтр., и мостъ въ *Port-de-Piles на р. Creuse* (чер. 280) состоящий изъ трехъ арокъ съ отверстиями по 31 мтр., для которыхъ основанія изготовляли посредствомъ землечерпательныхъ машинъ въ бездонныхъ ящикахъ по способу, изобрѣтенному инженеромъ *Beaudemoulin*.

Построенный инженеромъ *Basire* въ 1874—1876 г. на средства департамента *Indre-et-Loire* мостъ въ *Port-Boulet* отличается отъ другихъ тѣмъ, что кромѣ желѣзной дороги по нему проходить и шоссе.

Мостъ желѣзной дороги *Lyon-Marseille* черезъ *Durance* (чер. 281) имѣетъ 21 отверстій по 20 мтр., перекрытыхъ коробовыми сводами, которые посредствомъ коровьихъ роговъ получили снаружи лучковый видъ. Длина его достигаетъ 532 мтр. а толщина опоръ вверху равна 3,6 мтр.

Носившій прежде названіе „*pont Napoleon III*“, мостъ „*Nationale*“ въ Парижѣ имѣетъ 5 среднихъ отверстій по 34,5 мтр., перекрытыхъ лучковыми арками съ подъемомъ 4,6 мтр. ($1/7,5$), къ которымъ съ одной стороны примыкають 5, а съ другой—40 полуциркульныхъ арокъ, съ отверстиями по 5 мтр.; послѣднія раздѣлены на группы по 5 арокъ. Въ тимпанахъ устроены пустоты посредствомъ сводовъ, параллельныхъ оси моста. Толщина опоръ на высотѣ пять 4 мтр., онѣ основаны на сваяхъ, головы которыхъ возвышаются надъ русломъ рѣки и залиты бетономъ, заключеннымъ между шпунтовыми стѣнками, которыя въ свою очередь защищены отъ подмывовъ каменными массивами. Ширина моста 15,6 мтр.; изъ нея полосу шириною 6,7 мтр. занимають два пути желѣзной дороги, а 7,2 мтр.—дорога для экипажей.

По мосту *St. Phlin* (чер. 282) проведенъ Рейнъ-Марнскій каналъ и два пути желѣзной дороги Парижъ-Страсбургъ. Онъ состоитъ изъ 7 коробовыхъ арокъ съ отверстиями 13,5 мтр., вершины которыхъ какъ для канала, такъ и желѣзной дороги устроены на одной высотѣ, а такъ какъ глубина перваго равняется 1,6 мтр., то насыпка для послѣдней получила высоту 2,3 мтр.

Каналъ вмѣстѣ съ банкетами имѣеть ширину 5 мтр., а вся ширина моста превышаетъ 19 мтр.

Чертежъ 283 представляетъ разрѣзъ моста въ *Aiglon* черезъ *r. Vienne*, образованнаго коробовыми арками съ отверстіями 20 мтр., тимпаны которыхъ заполнены бетономъ покрытымъ сверху слоемъ асфальта. Для стока воды устроены отверстія въ вершинахъ арокъ; опоры основаны на бетонѣ, погруженномъ помощію особыхъ кессоновъ до глубины материка, состоящаго изъ скалистаго грунта.

Свайныя основанія изображеннаго на чер. 284 моста черезъ *Sèvre-Nantaise* въ *Pallet* изготовлены при помощи перемычекъ; его полуциркулярныя арки имѣютъ отверстія 18 мтр.

Мостъ черезъ *Baie de la Caeche* на линіи *Amiens-Boulogne* отличается чрезвычайной легкостью конструкции. Онъ имѣеть 15 лучковыхъ арокъ съ отверстіями 14 мтр., раздѣленныхъ утолщенными опорами на 3 группы. Тимпаны заполнены сплошной забуткой, а стокъ воды устроенъ вверху надъ опорами.

Черт. 285 представляетъ разрѣзъ части моста въ *Bouchemaine* близъ *Angers*, состоящаго изъ коробовыхъ арокъ съ отверстіями 24 мтр. Его опоры основаны на сваяхъ, загруженныхъ каменной отсыпью, которой значительная часть погружена въ иловатомъ грунтѣ, образующемъ дно рѣки.

Въ теченіи 1853—1859 г. перестроили въ Парижѣ описанные ранѣе древныя мосты *Notre Dame*, *St. Michel* и *au Change*, въ 1854 г. замѣнили чугунныя арки моста *Austerlitz* каменными, въ 1867 г. перестроили мостъ *Louis Philippe* получившій 3 красивыя эллиптическія арки, а въ 1864 и 1880 гг. между мостами *National* и *Austerlitz* построили мосты *Bercy* и *Tolbiac*.

Мостъ въ *Nogent* черезъ *Marne* (чер. 286) составляетъ часть виадука долины Марнѣ, пересѣченной желѣзной дорогой идущей изъ Парижа въ *Belfort*. Онъ состоитъ изъ 4 полуциркулярныхъ арокъ съ отверстіями 50 мтр., къ которымъ примыкаютъ съ одной стороны 5, а съ другой—25 тоже полуциркулярныхъ арокъ съ пролетами по 15 мтр., раздѣленныхъ на группы по 5 отверстій. Вся длина сооруженія равна 830 мтр., а наибольшая высота 29 мтр. Опоры виадука расположены на скалѣ, а быки моста основаны на бетонѣ; ихъ кладка, равно какъ и кладка сводовъ, состоитъ изъ бута, но углы выложены тесовымъ камнемъ. Растворъ для сводовъ изготовляли изъ цемента *Vassy*; его затворяли кельмами въ небольшихъ количествахъ на особыхъ доскахъ, и брали для нижней части арокъ (вблизи пятъ) двѣ, а для верхней

одну часть цемента на 1 часть песка. Постройку исполнили инженеры Collet-Meygret и Pluyette въ 1857 г.

Мостъ близъ *Longueville-lez-Metz* (чер. 287) на Парижско-Страсбургской жел. дор. имѣетъ 3 отверстія по 14 и 16 мтр., перекрытыя коробовыми сводами; его тимпаны заполнены сплошной кладкой, а стокъ воды устроенъ вверху опоръ. Быки основаны на бетонномъ массивѣ, и соединены между собою расположенными на послѣднемъ обратными арками.

Косой мостъ *Laversine* (чер. 288) линіи Lyon-Genf имѣетъ 3 лучковыя арки съ отверстіями 29,8 мтр., а мостъ въ *Libourne* на желѣзной дорогѣ Tours-Bordeaux состоитъ изъ 9 коробовыхъ арокъ съ отверстіями по 20 мтр.

Построенный въ 1861 г. мостъ *Cnacumеля (de Saint Sauveur)* (чер. 289) образованъ одной аркой съ отверстіемъ 42 мтр., пята которой расположены на скалѣ. Большія затрудненія представляли устройство и установка кружалъ на высотѣ 65 мтр. надъ горизонтомъ р. Gave, также не малыя препятствія приходилось преодолевать при доставкѣ строительныхъ матеріаловъ. Сводъ построенъ изъ необтесаннаго юта на цементномъ растворѣ высокаго качества и оштукатуренъ, но штукатурка въ большей части обвалилась.

Мостъ *Signac* черезъ р. Pique (чер. 290) построенъ въ 1853 г. Онъ состоитъ изъ одной арки, ось которой образована по линіи давленія, соотвѣтствующей полной нагрузкѣ; ея отверстіе равно 40 мтр. Сводъ выведенъ изъ тесоваго камня, при употребленіи цементнаго раствора; кладка была исполнена столь тщательно, что по удаленіи кружалъ нигдѣ не оказалось замѣтнаго раскрытія швовъ.

Изображенный на чер. 291 мостъ *Gimone* построенъ по образцу предыдущаго и съ такимъ же успѣхомъ.

Мостъ въ *Berdoulet* на р. *Ariège* (чер. 292) имѣетъ одну арку съ отверстіемъ 40 мтр., которой одна пята расположена непосредственно на скалистомъ берегу рѣки, а другая—на небольшомъ массивѣ изъ кладки. Пазухи перекрыты арками съ отверстіями 12 мтр.; наличники свода выложены грубыми, выступающими камнями, которыя очень хорошо гармонируютъ съ дикимъ характеромъ гористой окрестности.

Построенный въ 1870 г. мостъ въ *Collonges* на р. Rhone (чер. 293) состоитъ изъ одной арки съ отверстіемъ 40 мтр., къ которой справа и слѣва пристроены, изъ стратегическихъ соображеній, небольшія отверстія съ металлическими фермами. При сооруженіи фундамента на лѣвомъ берегу производили выемку пнев-

матическимъ способомъ для чего инженеръ Sadi Carnot спроектировалъ впервые кессонъ, въ которомъ шлюзы были расположены непосредственно подъ потолкомъ его, вслѣдствіе чего находящіяся надъ косономъ части не было надобности наполнять сжатымъ воздухомъ. Такое же устройство кессона употребили въ томъ же 1870 году при сооруженіи моста St. Louis черезъ Missisipi въ Соединенныхъ Штатахъ.

Мостъ въ Tilsit (чер. 294) построенъ на мѣстѣ существовавшего здѣсь ранѣе древняго каменнаго сооруженія, которое своими чересмѣрно толстыми опорами значительно стѣсняло ширину рѣки. Опоры его расположены на старыхъ фундаментахъ, но вслѣдствіе уменьшенія толщины ихъ отверстія увеличены, а прежніе коробовые своды замѣнены лучковыми. При сооруженіи сводовъ этого моста инженеръ Kleitz употребилъ впервые такой способъ кладки, что первые два слоя вблизи пятъ были сложены безъ раствора, но съ прокладкой деревянныхъ планокъ, толщиной около 3 миллиметровъ. Когда растворъ достаточно отвердѣлъ, и движеніе кружалъ совершенно прекратилось, то планки вынимали, и образованныя ими промежутки заполняли цементомъ. Такимъ образомъ удалось вполне избѣжать вреднаго раскрыванія швовъ, появляющагося по удаленіи кружалъ, вслѣдствіе чего способъ Kleitz'a получилъ вскорѣ, при кладкѣ болѣе значительныхъ сводовъ, распространеніе не только въ Франціи, но и за предѣлами ея.

Шоссейный мостъ *des Andyles* черезъ Сену (чер. 295) былъ прежде цѣпной, но послѣ разрушенія его во время войны въ 1870 г. построили на его мѣстѣ каменный. Новый мостъ получилъ 4 коробовыя арки, которыхъ отверстія равны 33 мтр., пологость $\frac{1}{4}$, и толщина въ ключѣ 1,1 мтр.; въ тимпанахъ образованы сквозныя отверстія, перпендикулярныя къ оси моста, шириной 2,1 мтр., которыя перекрыты полуциркульными арками. Мостъ представляетъ легкое и красивое сооруженіе; его постройка окончена въ 1873 г.

Мостъ въ *Claix* на р. *Drac* (чер. 296) построенъ въ 1874 г. на мѣстѣ древняго моста шестнадцатаго вѣка, движеніе по которому было весьма затруднительно вслѣдствіе большихъ уклоновъ полотна. Новый мостъ состоитъ изъ одной арки, которой отверстіе 52 мтр., пологость $\frac{1}{7}$, толщина въ ключѣ 1,5 мтр., а въ пятахъ—3,1 мтр.; ширина наличниковъ арки въ вершинѣ 1,2, а въ пятахъ—2,2 мтр. Кладка исполнена съ большою тщательностью, при исключительномъ употребленіи для свода цемента Vicat. Кружала были удалены черезъ 42 дня послѣ окончанія кладки; осадка не превышала 4 миллиметр., но движенія, производимыя

переменами температуры, разность которой достигает 52 градуса, замѣчаются и теперь въ предѣлахъ до 7 миллиметровъ. Въ тимпанахъ образованы пустоты помощію трехъ рядовъ сводиковъ съ отверстіями въ 1,2 мтр.

Дно рѣки *Garonne* въ верхней своей части состоитъ изъ туффа, который не совсѣмъ хорошо сопротивляется дѣйствію воды. Это обстоятельство не было извѣстно во время постройки мостовъ на этой рѣкѣ, и оно было причиною, что послѣ необыкновенно высокихъ водъ въ 1875 г. многіе изъ нихъ обвалились. Сначала предполагали построить на мѣстѣ разрушенныхъ мостовъ желѣзные, и изготовлять основанія ихъ опоръ посредствомъ сжатого воздуха, но при ближайшемъ изслѣдованіи уцѣлѣвшихъ мостовъ пришли къ убѣжденію, что при удовлетворительномъ обезпеченіи туффа отъ подмывовъ онъ можетъ служить весьма хорошимъ грунтомъ для основаній. На чер. 297 представленъ одинъ изъ уцѣлѣвшихъ желѣзнодорожныхъ мостовъ, находящійся въ *Port Sainte-Marie*, состоящій изъ 8 эллиптическихъ арокъ съ отверстіями 32 мтр. Его постройка была начата въ 1875 г.; высокія воды какъ этого, такъ и слѣдующаго 1876 года значительно затрудняли сооруженіе фундаментовъ, но онѣ доказали, что для устройства основаній нѣтъ надобности устраивать верхній, образованный туффомъ слой дна рѣки.

Мостъ *Point du Jour* (чер. 298) построенъ въ 1865 г. инженерами *Bassompierre* и *Villiers du Terrage*; его длина, не включая примыкающихъ къ нему виадуковъ, равна 175-мтр. Отверстія нижнихъ сводовъ, поддерживающихъ главное полотно, превышаютъ 30 мтр.; опоры верхнихъ сводовъ расположены по серединѣ этого полотна, и на нихъ лежитъ путь городской желѣзной дороги. Основанія праваго устоя образованы сваями, головы которыхъ погружены въ бетонномъ массивѣ, а фундаменты всѣхъ остальныхъ опоръ изготовлены изъ бетона, погруженнаго въ бездонныхъ кессонахъ. Мостъ имѣетъ монументальный видъ, и принадлежитъ къ наиболѣе замѣчательнымъ сооруженіямъ Парижа.

Между лучшими виадуками въ *Англии* видное мѣсто занимаетъ построенный инженеромъ *Harrison* мостъ *Victoria* (чер. 299) проводящій желѣзную дорогу *Durham-Junction* черезъ долину *Wear* близъ *Newcastle upon Tyne*, котораго значительная часть представляетъ собственно виадукъ. Онъ состоитъ изъ 10 полуциркулярныхъ арокъ, изъ которыхъ по 3 на каждомъ концѣ имѣютъ отверстія по 6,1 мтр. двѣ слѣдующія—по 30,5 мтр., а обѣ среднія—44,2 и 48,8 мтр.; его длина равна 275 мтр., а наибольшая высота 45 мтр. Арки украшены изящными арривольтами, а кон-

струкція опоръ продолжена вверхъ до высоты перилъ. Щековыя стѣны изготовлены изъ шотландскаго гранита, а вся остальная кладка—изъ угольнаго песчаника, карьеры котораго находились въ сосѣдствѣ. Не смотря на то, что опоры основаны на скалѣ, въ нихъ появились вскорѣ послѣ окончанія кладки трещины, вслѣдствіе чего укрѣпили ихъ впоследствии контрфорсами.

Мостъ черезъ *Ayr въ Ballochmyle* (чер. 300) находится на желѣзной дорогѣ Glasgow-South-Western въ Шотландіи. Онъ состоитъ изъ полуциркульной арки, которой отверстіе 54,9 мтр., а высота надъ горизонтомъ воды 45 мтр.; справа и слѣва къ ней примыкаютъ 15 арокъ съ отверстіями 15 мтр. и высотой 25 мтр. Этотъ мостъ представляетъ единственное сооруженіе имѣющее полуциркульныя арки со столь значительнымъ пролетомъ. Въ устояхъ и быкахъ оставлены пустоты такихъ размѣровъ, что многіе выражали сомнѣніе о долговѣчности сооруженія. Толщина промежуточныхъ опоръ сверху 2,29 мтр., при толщинѣ стѣнокъ 50 сантиметровъ; внизу толщина опоры 2,74 мтр., а стѣнокъ—60 сантиметровъ. Пустоты образуютъ 5 колодцевъ, которые на разтояніяхъ 6,1 мтр. скрѣплены непрерывными слоями кладки. Мостъ построилъ Millar въ 1850 г.; до сихъ поръ онъ держался хорошо, и поврежденій въ немъ не замѣтно.

Въ 1865—1870 г. James Brown построилъ на рѣкахъ *Burney* и *Nigul* мосты съ кирпичными арками, которые по величинѣ отверстій, достигающей 43 мтр. принадлежатъ къ наиболѣе замѣчательнымъ сооруженіямъ этого рода.

Изъ построенныхъ въ *Бельгіи* многочисленныхъ каменныхъ мостовъ особаго вниманія заслуживаетъ мостъ въ долинѣ *Benoit* черезъ р. *Meuse* близъ Luttich (чер. 301) по которому проходитъ обыкновенная дорога и желѣзнодорожный путь. Онъ имѣетъ 5 лучковыхъ арокъ съ отверстіями 20 мтр.; ихъ толщина въ ключѣ 1,02 мтр. Въ устояхъ устроены 2 малыя арки, отъ которыхъ проведены лѣстницы къ полотну шириной 3 мтр. Опоры основаны на сваяхъ; ростверкъ каждой промежуточной опоры состоитъ изъ 6 свай, срѣзанныхъ на глубинѣ 1,55 мтр. ниже горизонта низкихъ водъ, на которыхъ расположены лежни и поперечины, перекрытыя досчатымъ настиломъ. Ростверки защищены крѣпкими каменными отсыпями; длина моста 151 мтр. а ширина 15 мтр.

Виадукъ *Delhain* (чер. 302) состоитъ изъ 20 арокъ съ отверстіями по 9,64 мтр.; его длина 268 мтр., а наибольшая высота 17,4 мтр. Виадукъ построенъ изъ кирпича, но углы его выложены тесовымъ камнемъ; толщина опоръ увеличивается къ низу посредствомъ обрѣзовъ, устроенныхъ на нѣсколькихъ высотахъ.

Оба послѣднія сооруженія можно считать типами построенных въ текущемъ столѣтїи каменныхъ мостовъ въ Бельгїи.

Въ *Голландїи* каменные мосты строятъ рѣдко, такъ какъ болотистый грунтъ этой страны не можетъ выдерживать большой нагрузки, а укрѣпленія его обходятся чересзмѣрно дорого. Каменные мосты болѣе значительныхъ размѣровъ представляютъ здѣсь большую рѣдкость, и первое мѣсто между ними занимаетъ построенный въ 1874 г. инженеромъ Van Preeh виадукъ въ *Амстердамѣ* (чер. 303), состоящій изъ сводовъ съ отверстіями 6 мтр., котораго длина достигаетъ 594 мтр. Болотистый и очень неравномѣрный грунтъ уплотняли сваями, которыя забивали до глубины 17 мтр. и болѣе; укрѣпивъ головы свай, построили на нихъ сплошной ростверкъ, и расположили на немъ фундаменты опоръ. Такое устройство основаній оказалось вполне цѣлесообразнымъ, такъ какъ до настоящаго времени виадукъ не требовалъ серьезныхъ исправленій.

Въ продолженіи послѣдняго десятка лѣтъ въ *Голландїи* не построено ни одного замѣчательнаго каменнаго моста, такъ какъ верхнее строеніе всѣхъ новѣйшихъ мостовъ предпочитаютъ изготовлять изъ желѣза, главнымъ образомъ вслѣдствіе малаго вѣса желѣзныхъ сооружений сравнительно съ каменными.

Въ совершенно другихъ условіяхъ находится *Италія*, гдѣ богатство превосходнаго камня и хорошій крѣпкій грунтъ значительно содѣйствуютъ распространенію каменныхъ сооружений.

Въ 1850 г. инженеръ Ronca построилъ черезъ *Scrivia* каменный мостъ, котораго лучковая арка имѣетъ отверстіе 40 мтр., и пологость $\frac{1}{6}$ (чер. 304). Арка продолжается внутри башенъ, укрѣпленныхъ для военныхъ цѣлей, такъ что вся она представляетъ полукругъ, котораго діаметръ равенъ 50 мтр.

Мостъ черезъ *Adige* въ Веронѣ, (чер. 305) начинающійся на лѣвомъ берегу этой рѣки у вокзала желѣзной дороги Verona-Mantua-Brescia-Botzen, имѣетъ 5 лучковыхъ арокъ съ отверстіями 29 мтр., которыхъ пологость $\frac{1}{7}$, толщина въ ключѣ 1,3 а въ пятахъ—1,6 мтр., и двѣ меньшія арки съ отверстіями по 12 мтр., имѣющія такуюжъ пологость, какъ и большія. Всѣ опоры основаны на свайномъ ростверкѣ; сваи изготовляли изъ лиственницы, вычерпывали между ними грунтъ до глубины отъ 2 до 5 мтр. ниже горизонта самыхъ низкихъ водъ, и заполняли образованныя ямы до высоты ростверка очень быстро твердѣющей смѣсью изъ гидравлической извести, пуццоланы и грубой кирпичной муки, а кѣтки ростверка забучивали камнемъ, и заливали цементомъ. Затѣмъ срезали перемычки на высотѣ низкихъ водъ, и окружали

ихъ крѣпкой каменной отсыпью. Эти предосторожности считались необходимыми вслѣдствіе очень бурнаго режима рѣки. Большія арки и цоколи опоръ сложены изъ тесоваго камня, малыя арки состоятъ изъ кирпича, а остальная кладка изъ бута, но углы ея выложены тесовымъ камнемъ. Всѣ арки покрыты асфальтомъ; стекающая по нему вода направляется въ вертикальныя трубы, помѣщенныя внутри опоръ, и переливается изъ нихъ въ рѣку. Мостъ построенъ по проекту и подъ наблюденіемъ Negrelli, и назывался прежде, когда Венеція принадлежала Австріи—мостомъ Францъ-Іосифа.

Мостъ черезъ *Volturna* близъ *Capua* расположенъ на томъ мѣстѣ гдѣ прежде находился римскій мостъ, построенный по преданію Аннибалемъ, но по мнѣнію нѣкоторыхъ историковъ онъ былъ построенъ Римлянами гораздо раньше, и разрушенъ Аннибалемъ изъ стратегическихъ соображеній. Въ 1864 г. отъ древняго моста существовали развалины двухъ быковъ и двухъ малыхъ арокъ на лѣвомъ берегу, и кромѣ того фундаменты трехъ другихъ быковъ и изъ этихъ остатковъ можно было вывести заключеніе что римскій мостъ имѣлъ 6 отверстій неодинаковой величины. Въ 1896 г. былъ составленъ проектъ возобновленія моста *Аннибалъ*, по которому предполагалось придать новому сооруженію характеръ древняго, и въ этомъ направленіи были начаты работы. Но высокія воды 1866 г., разрушившія двѣ вновь построенныя опоры, показали, что возобновлять мостъ въ прежнемъ видѣ было бы ошибкой, и что его конструкція не должна суживать живаго сѣченія рѣки. По новому проекту мостъ получилъ только одну арку съ отверстіемъ 55 мтр., которой пологость $\frac{1}{4}$, и кромѣ того, для ускоренія стока высокихъ водъ, два круглыхъ отверстія въ устояхъ (чер. 306). Опоры его основаны на древнихъ римскихъ фундаментахъ, при чемъ особое вниманіе обращали на хорошую связь новой кладки со старой. Во время сооруженія арокъ работы нѣсколько разъ прерывались высокими водами; послѣднія подмыли сваи, на которыя опирались кружала, и половина ихъ была унесена водою, но по наступленіи нормальнаго горизонта работы были возобновлены, и благополучно доведены до конца. Своды изготовлены изъ кирпича; изъ предосторожности ихъ кладку исполняли зонами и кольцами. Работами руководилъ инженеръ Фиосса, который окончилъ ихъ 2 сентября 1869 г., но къ раскружализванію приступилъ только 5 апрѣля 1870 г. По удаленіи кружалъ наибольшая осадка въ ключѣ достигала 32,9 сантиметровъ.

Конструкція моста черезъ р. *Sele*, находящагося на дорогѣ изъ *Salerno* въ *Poestum* (чер. 307) представляетъ почти точное

воспроизведение предыдущаго сооруженія, и онъ состоитъ тоже изъ одной арки съ отверстіемъ 55 мтр., которой пологость $\frac{1}{4}$, но кажущаяся пологость, вслѣдствіе скосовъ въ видѣ коровьихъ роговъ, равняется $\frac{1}{9}$. Опоры и части свода ниже шва излома выведены изъ бута, и по угламъ облицованы тесовымъ камнемъ; остальная часть свода состоитъ изъ кирпича. Арка построена весьма тщательно, но второстепенныя части, какъ напр. щеговыя стѣны исполнены довольно небрежно.

Постройка моста на р. *Fegana* въ провинціи Lucques (чер. 308) была начата въ 1845 г. но вслѣдствіе политическихъ смуть не могла быть доведена до конца. Перерывъ затянулся на болѣе чѣмъ на четверть столѣтія, и мостъ былъ оконченъ только въ 1877 г. Онъ состоитъ изъ одной арки, которой отверстіе 47,84 мтр., и пологость около $\frac{1}{7}$; его устои украшены пилястрами и нишами. Мостъ *Fegana*, какъ по конструкціи такъ и исполненію, принадлежитъ къ лучшимъ каменнымъ сооруженіямъ.

Построенный около 1880 г. мостъ *Solferino* (чер. 309) имѣетъ 3 коробовыя арки, которыхъ отверстія равны 26,3 и 28 мтр.; онъ представляетъ подражаніе конструкціи Троицкаго моста въ Флоренціи, но съ весьма удачными измѣненіями, соответствующими вкусу и требованіямъ нынѣшняго времени. По правильности пропорцій и изящности этотъ мостъ представляетъ образцовое сооруженіе.

Мостъ *Valentino* на р. *По* въ Туринѣ построенъ въ 1881 г. изъ кирпича, но его главныя части состоятъ изъ гранитаго тесоваго камня. Онъ образованъ 5 эллиптическими арками съ отверстіями 24 мтр.; его длина 162 мтр. (чер. 310). Опоры имѣютъ слегка вогнутый контуръ, арки украшены архивольтами а тимпаны розетами; сооруженіе какъ по конструкціи такъ и отдѣлкѣ заслуживаетъ полнаго одобренія.

Находящійся въ близкомъ разстояніи отъ предыдущаго мостъ *Vanchiglia* на той же р. *По* (чер. 311) имѣетъ 3 эллиптическія арки, которыхъ отверстія 30 мтр. и пологость $\frac{1}{5}$, но снаружи, вслѣдствіе сръзовъ въ видѣ коровьихъ роговъ, она равна $\frac{1}{10}$; его длина 125 мтр. Какъ по виду такъ и конструкціи этотъ мостъ принадлежитъ къ лучшимъ сооруженіямъ, хотя въ деталяхъ немного уступаетъ мосту *Valentino*, и не такъ хорошо исполненъ.

На чер. 312 представленъ типъ простаго виадука, построеннаго на желѣзной дорогѣ *Benevent Campobasso*. Онъ находится въ оврагѣ, по которому проходитъ ручей *Tammaro* и состоитъ изъ главной арки съ отверстіемъ 24 мтр. и изъ четырехъ меньшихъ по 10 мтр. Фундаменты главныхъ опоръ заложены на глубинѣ 6 мтр. и защищены отъ подмыва массивами изъ большихъ камней.

Построенный на той же желѣзной дорогѣ виадукъ *Pignataro* (чер. 313) образованъ арками съ отверстиями 13 мтр. раздѣленными утолщенными опорами на группы по 3 отверстия. Онъ находится въ кривой радіуса 250 мтр. и въ уклонѣ 0,025, и построенъ вмѣсто насыпи, которая здѣсь, вслѣдствіе неустойчивости грунта, не имѣла бы прочнаго основанія. Изъ опасенія сползаній старались на этой дорогѣ по возможности уменьшить высоту насыпей и глубину выемокъ и съ этой цѣлью допускали кривыя, радіусовъ до 180 мтр. и уклоны до 1/30.

Желѣзныя дороги въ Сициліи потребовали, вслѣдствіе волнистости поверхности—большого числа виадуковъ, и изъ нихъ наибольшую высоту имѣетъ виадукъ желѣзной дороги *Catane-Licata*, пересѣкающій оврагъ *Bussitti* близъ *Caltanissetta*, состоящій изъ 12 арокъ съ отверстиями 12,5 мтр. (чер. 314). Вся длина его 212 мтр., а наибольшая высота надъ горизонтомъ воды 40 мтр.; на срединѣ высоты опоры связаны между собою арками, шириною 4 мтр., которыхъ пологость $\frac{1}{4}$. Утолщенные опоры дѣлятъ арки на 4 группы, и онѣ были здѣсь нужны главнымъ образомъ вслѣдствіе вулканическихъ свойствъ почвы, подверженной частымъ землетрясеніямъ.

Виадукъ черезъ оврагъ окружающій городъ *Civita Castellana* былъ построенъ первоначально въ 1712 г. и состоялъ изъ 9 арокъ съ отверстиями по 10 мтр. Кладка была исполнена неумѣло и небрежно и это было причиной что одна изъ опоръ, находящихся въ глубокой части оврага, не выдержала напора высокихъ водъ и обвалилась. Новый виадукъ (чер. 315) построенъ въ 1864 г., и состоитъ изъ одной арки съ отверстиемъ 20 мтр., къ которой справа и слѣва примыкають отверстия, не превышающія 10 мтр.; вся длина виадука 87 мтр.

Въ *Германіи*, какъ и въ другихъ странахъ, большое распространеніе получили желѣзные мосты, но каменныхъ они вытѣснить вполне не могли главнымъ образомъ вслѣдствіе малой стоимости содержанія послѣднихъ. Поэтому и въ текущемъ столѣтіи было построено въ Германіи много каменныхъ мостовъ разныхъ размѣровъ и важнѣйшіе изъ нихъ слѣдующіе.

Мостъ черезъ *Дунай* близъ *Ульма*, построенный въ 1828—1830 г. имѣющій 3 лучковыя арки, которыхъ отверстия 17,2 мтр., подъемъ 2,86 мтр. и толщина въ ключѣ 1,15 мтр.

Мостъ черезъ *Енс* близъ *Besigheim* состоящій изъ 3 лучковыхъ арокъ, изъ которыхъ средняя имѣетъ отверстие 22 мтр. и подъемъ 2,86 мтр., а отверстия боковыхъ равны 14,3 мтр. и подъемъ 2,25 мтр.; мостъ построенъ въ 1832—1835 г.

Мостъ черезъ *Neckar* близъ *Kannstadt* (чер. 316) построенъ въ 1836—1838 г.; онъ состоитъ изъ 5 лучковыхъ арокъ, которыхъ отверстія 18,64 мтр., а подъемъ измѣняется отъ 1,86 мтр. у береговъ до 2,25 мтр. въ серединѣ.

Мостъ черезъ *Röder* близъ *Kleinwolmsdorf* (1855 г.) образованъ лучковой аркой съ отверстіемъ 45,63 мтр., которой толщина въ ключѣ 1,7 мтр., а у пятъ—3,4 мтр.

Построенный въ 1852—1854 г. мостъ на желѣзной дорогѣ *Ulm-Augsburg* черезъ *Дунай* близъ *Ульма* получилъ 5 лучковыхъ арокъ съ отверстіями 16 мтр.; ихъ подъемъ 4,09 мтр. и толщина 1,17 мтр.; толщина опоръ вверху 2,7 мтр. а внизу—2,92 мтр.

Мостъ черезъ *Майнъ* близъ *Франкфурта* построенъ въ 1844—1848 г. на линіи желѣзной дороги *Main-Neckar*. Онъ состоитъ изъ 9 лучковыхъ арокъ которыхъ отверстія 17,1 мтр. а пологость $1/10$, изъ одного поворотнаго отверстія на лѣвомъ берегу величиной 8,5 мтр., и изъ 8 отверстій по 6,12 мтр. на правомъ берегу для высокихъ водъ.

Построенный въ 1847—1851 г. мостъ черезъ *Эльбу* близъ *Виттенберга* на линіи желѣзной дороги *Magdeburg-Wittenberg* имѣетъ 12 лучковыхъ арокъ съ отверстіями 18,9 мтр., 14 отверстій величиной отъ 42,7 до 56,5 мтр., считая отъ середины до середины опоръ, которыя прежде были перекрыты деревянными фермами Гау, и изъ двухъ поворотныхъ отверстій; кромѣ того на „глухой Эльбѣ“ (*taube Elbe*) находится небольшой мостъ, содержащій 5 лучковыхъ арокъ съ отверстіями 18,83 мтр., соединенный съ главнымъ короткой насыпью. По послѣднему проходить шоссе шириной 4,4 мтр. съ банкетамъ для пѣшеходовъ и желѣзнодорожный путь шириной 8,3 мтр.; ширина банкетовъ 1,55 мтр. Опоры основаны на свайномъ ростверкѣ; ихъ кладка состоитъ изъ бута, но углы въ верхней части выложены тесовымъ камнемъ; своды и остальные части кладки изготовлены изъ кирпича. Для раствора брали размолотую гидравлическую известь и трассъ, и въ цѣли достиженія равномерности отвердѣванія увеличивали количество трасса отъ пять къ вершинѣ такимъ образомъ, что въ ключѣ растворъ состоялъ преимущественно изъ трасса съ небольшой добавкой извести, но безъ примѣси песка. Фермы Гау имѣли тройные пояса, двойныя діагонали и простыя контрдіагонали, опиравшіяся на чугунныя башмаки и двойныя желѣзныя тяги (стр. 54).

Мостъ черезъ *Neckar* близъ *Ladenburg* въ герцогствѣ Баденскомъ (чер. 317) построенъ въ 1852 г. Онъ состоитъ изъ 7 арокъ, которыхъ отверстія 27 мтр., а пологость $1/8$, скошенныхъ ко-
ровыми рогами такимъ образомъ, что ихъ кажущаяся пологость

равна 1/10. Толщина опоръ на высотѣ пять достигаетъ 3 мтр.; онѣ основаны на массивѣ изъ бетона, расположенномъ на словъ гравія и защищены каменной отсыпью, но правый устой и ближайшій ему быкъ имѣютъ фундаменты на сваяхъ, забитыхъ въ хрящевато-глинистый грунтъ. Верхніе отводы укрѣплены желѣзными шинами.

Построенный въ 1857 г. на Ганноверской Южной желѣзной дорогѣ мостъ черезъ *Рейнъ* близъ Рейнскаго водопада имѣетъ 9 арокъ, которыхъ отверстія измѣняются отъ 12 до 18 мтр. Разность въ величинѣ пролетовъ произошла отъ того, что фундаменты опоръ старались располагать на болѣе возвышенныхъ мѣстахъ скалистаго дна, менѣе подверженныхъ быстротѣ теченія. Быки получили отводы только съ верховой стороны; они основаны непосредственно на скалистомъ грунтѣ.

Мостъ черезъ *Mosel близъ Conz* построенъ въ теченіе 1857—1859 г.; онъ состоитъ изъ 9 арокъ, которыхъ отверстія 22 мтр., а подъемъ 3,14 мтр.; толщина опоръ равна 3,76 мтр. Быки изготовлены изъ бута, но черезъ каждые 1,57 мтр. устроенъ непрерывный рядъ тесоваго камня. Для нижнихъ частей кладки растворъ состоялъ изъ 2 час. трасса и 1 части извести, для среднихъ изъ 1 ч. извести, 1 ч. трасса и 1 ч. песку, для верхнихъ изъ извести и песка, безъ примѣси трасса; тесовые камни уложены на чистомъ трассовомъ растворѣ. Въ тимпанахъ образованы пустоты, и вода изъ нихъ спускается внутри опоръ, а для стока воды изъ сводовъ, смазанныхъ вверху асфальтомъ, устроены отверстія въ ихъ вершинахъ.

Построенный въ 1846—1848 г. мостъ черезъ *Warthe близъ Wronke* (чер. 318). Познанской желѣзной дороги (Stargard-Posen) получилъ 4 лучковыя арки съ отверстіями 23,2 мтр. и подъемомъ 4,39 мтр., къ которымъ примыкаютъ съ каждой стороны по двѣ полуциркульныя арки съ отверстіями по 10 мтр. Толщина большихъ арокъ 1,41 мтр.; онѣ сложены изъ кирпича тремя концентрическими кольцами при помощи висячихъ кружалъ, вершины которыхъ, во время производства кладки, нагружали кирпичемъ; малые своды изготовлены двумя кольцами и получили въ толщину $2\frac{1}{2}$ кирпича. Кружала опустили черезъ 14 дней по окончаніи кладки. Опоры основаны на свайномъ ростверкѣ, окруженномъ шпунтовыми стѣнками толщиной 25 сантиметровъ; кладка ихъ состоитъ попеременно изъ кирпича и полевыхъ камней, и снаружи облицована кирпичемъ. Вслѣдствіе оказавшейся большой осадки замѣнили впослѣдствіи сплошную забутку пустотами, образованными сводиками, параллельными оси моста. Быки укра-

шенны башенками, имѣющими съ наружной стороны восьмугранную, а съ внутренней—плоскую форму.

Новый мостъ на *Эмбъ въ Дрезденъ* (чер. 319) образованъ 12 арками, которыхъ отверстія 28,33 мтр., а пологость $1/4$; его длина, не включая малыхъ отверстій на концахъ, достигаетъ 408 мтр. Одна половина моста расположена въ кривой радіуса 500 мтр., а другая имѣетъ прямолинейную ось. Толщина среднего быка 6,3 мтр., а остальныхъ—4,53 мтр.; они основаны на сваяхъ, а береговые устои—на бетонѣ. По мосту проходитъ обыкновенная и желѣзная дорога; вслѣдствіе низкаго расположенія пять онѣ имѣетъ тяжеловатый видъ.

Въ 1874 г. построенъ въ *Vevey* въ Швейцаріи изъ бетона мостъ, котораго ось наклонена къ направленію теченія подъ угломъ $71^{\circ}40'$; его отверстіе 19,3 мтр., а подъемъ—только 1,24 мтр., такъ что пологость превышаетъ $1/14$. Ширина моста 11,2 мтр.; сводъ выведенъ тремя слоями, лежащими одинъ на другомъ. Этотъ мостъ представляетъ первое изъ новѣйшихъ болѣе значительныхъ сооружений, которыя построены изъ одного бетона.

Мостъ *Fuentezenъ черезъ Риаза въ Испаніи* (чер. 320) состоитъ изъ 4-хъ арокъ, которыхъ отверстія 16 мтр., а пологость $1/7$. Опоры основаны на рыхломъ грунтѣ изъ песка и гравія посредствомъ бетоннаго массива толщиной 1 мтр., защищеннаго отъ подмывовъ сваями и шпунтовыми стѣнками, срѣзанными на глубинѣ около 4 мтр. ниже горизонта среднихъ водъ. Для предупрежденія размыва дна между арками его покрыли крупными булыгами укрѣпленными съ низовой стороны сваями и шпунтовыми стѣнками; берега обдѣланы фашинами, каменной мостовой и высокими дамбами, защищающими прилегающія мѣстности отъ затопленія.

Мостъ черезъ *Garganta Ancha* (чер. 321) имѣетъ 3 арки съ отверстіями 14 мтр., форма которыхъ опредѣлена по теоріи *Yvon Villarceau* такимъ образомъ, чтобы линія давленія при полной нагрузкѣ совпадала съ осью свода. Толщина арокъ въ ключѣ 0,5 мтр., ихъ подъемъ 4,24 мтр., а расчетное давленіе—8,46 килограммовъ на квадратный сантиметръ; ось составлена изъ дугъ круга, описанныхъ 15 различными радіусами. Кладка арокъ выведена на гидравлическомъ растворѣ, но ключевые камни уложены въ цементъ; раскружаливаніе производили при такой нагрузкѣ, какая была принята для опредѣленія формы оси. Конструкція сводовъ оказалась вполне удовлетворительной, но линія давленія, по видимому, не совсѣмъ совпадаетъ съ осью, причина чему заключается безъ сомнѣнія въ несовершенной точности теоріи Ивона.

Чертежъ 352 представляетъ видъ виадука въ *Chansa*, построеннаго на линіи сѣверо-восточной желѣзной дороги *Palencia-Corona* инженеромъ *Garcia del Noyo*. Его длина равна 298 мтр. а наибольшая высота 29 мтр.; онъ состоитъ изъ 20 арокъ съ отверстиями по 10 мтр., раздѣленными утолщенными опорами на группы по 5 арокъ. По тому же типу построено на желѣзныхъ дорогахъ въ Испаніи нѣсколько другихъ виадуковъ разныхъ размѣровъ.

Въ *Америкѣ* каменные мосты получили мало распространенія такъ какъ вслѣдствіе богатства отличнаго дерева почти всѣ сооруженія строились прежде изъ этого матеріала. Но въ послѣднее время построено въ Соединенныхъ Штатахъ нѣсколько каменныхъ мостовъ, своими размѣрами не только достигающихъ, но даже превышающихъ европейскіе. Первое мѣсто между ними занимаетъ мостъ *Cabin-John-Creek-Bridge* (чер. 323), построенный въ 1859 г. инженеромъ *Rives* для Вашингтонскаго водопровода. Онъ состоитъ изъ лучковой арки, которой отверстіе, равное 67,1 мтр., превышаетъ отверстія всѣхъ построенныхъ до сихъ поръ сводовъ, если не считать описаннаго выше и просуществовавшаго не долго моста *Trezzo* (стр. 86), котораго отверстіе превышало 72 мтр. Пологость арки не много менѣе $\frac{1}{3}$; ея толщина въ ключѣ 1,3 мтр, а въ пятахъ она достигаетъ 6,1 мтр.; забутка состоитъ изъ длинныхъ плитъ, уложенныхъ тщательно по радіальному направленію, такъ что онѣ составляютъ продолженіе кладки свода. Въ пазухахъ образованы пустоты посредствомъ внутреннихъ сводковъ; за исключеніемъ наличниковъ и плинтуса всѣ видимыя плоскости отдѣланы рустиками, увеличивающими массивность этого выдающагося сооруженія, котораго высота достигаетъ 25,5 мтр.

Мостъ *High-Bridge* составляетъ часть Кротонскаго акведука; онъ имѣетъ 15 арокъ съ отверстиями 24,4 мтр. и изъ 7 меньшихъ арокъ; вся длина его 457 мтр. а наибольшая высота надъ горизонтомъ воды—35 мтр.

Изъ построенныхъ въ Америкѣ каменныхъ виадуковъ заслуживаютъ вниманія *Вашингтонскій* и *Starucco*. Первый находится въ долинѣ *Potapsco* на ведущей въ Вашингтонъ желѣзнодорожной вѣтви. Онъ построенъ по проэкту *Latrobe* изъ гранита, и содержитъ 8 эллиптическихъ арокъ съ отверстиями по 17,7 мтр.; его высота надъ горизонтомъ воды 20,11 мтр.

Виадукъ *Starucco въ Kirkwood* имѣетъ 18 арокъ по 15,24 мтр., его высота достигаетъ 33,4 мтр. Постройка продолжалась 12 мѣсяцевъ, и стоила 320000 долларовъ.

Въ послѣднее время мосты въ Германіи строятъ часто по си-

стемъ à culées perdues, т. е. устоевъ не устраиваютъ, но продолжаютъ кладку сводовъ до самого основанія. Находящіеся въ грунтѣ части арокъ изготовляютъ нерѣдко изъ бетона, къ которому обыкновенно прибавляютъ большіе камни, погруженные въ его массѣ. Для бетона берутъ на 1 часть цемента 3 части песка и 6 частей камня; количество погруженныхъ въ немъ большихъ камней въ сооруженіяхъ съ малыми отверстіями достигаетъ 30 процентовъ. При отверстіяхъ до 30 мтр. часто все сооруженіе выводятъ изъ одного бетона, который на 1 часть цемента содержитъ 3 части песка и 4 части камня. Для увеличенія сопротивленія помѣщаютъ иногда въ бетонной массѣ желѣзныя скрѣпленія по образцу сооруженій, извѣстныхъ подъ названіемъ системы Монье.

На чер. 324 представленъ мостъ черезъ Saal въ Walsburg имѣющій 3 отверстія, которыхъ пролеты 12, 18 и 29 мтр., пологость (соотвѣтственно) 1:5,3 1:7,2 и 1:8,3, а толщина въ ключѣ 15, 20 и 30 сантиметровъ. Всѣ части моста, какъ опоры, такъ и своды, изготовлены изъ бетона; для увеличенія сопротивленія помѣщено на внутренней сторонѣ каждаго свода желѣзное скрѣпленіе, которое вблизи пять усилено другимъ, начинающимся на оси опоры, и продолжающимся до 1/8 пролета, гдѣ оно встрѣчается съ первымъ. Мостъ назначенъ подъ шоссе; онъ разчитанъ на подвижную нагрузку, образованную повозками вѣсомъ 8750 килогр. съ двумя парами лошадей каждая, при чемъ вѣсъ лошади былъ принятъ 500 килогр., и на неподвижную нагрузку въ 400 килогр. на 1 квадратный метръ, распределенную равномерно по незанятому повозками пространству. Наибольшее давленіе въ вершинѣ свода при одностороннемъ расположеніи этой нагрузки опредѣлилось расчетомъ въ 31,12 килогр. на 1 квадратный сантиметръ, а при нагруженіи всего моста—въ 28,6 килогр. на 1 квадр. см. Опоры испытываютъ нормальное давленіе въ 10, а скалистый грунтъ—въ 4,5 килогр. на квадр. см.

При испытаніи этого сооруженія сначала нагрузили банкеты средней арки наполненными пескомъ мѣшками, грузъ которыхъ равнялся 600 кил. на 1 квадр. метръ; произведенный имъ въ вершинѣ прогибъ не превышалъ 0,6 миллиметр. Послѣ того пустили по мосту двѣ повозки одна за другой, вѣсомъ по 6250 кил., запряженные двумя парами лошадей каждая; кромѣ того за задней повозкой слѣдовала еще одна пара лошадей вѣсомъ около 1000 килгр. Во время движенія первой повозки амплитуда колебаній въ вершинѣ увеличилась до 1,2 миллиметр., а при передвиженіи обѣихъ повозокъ до 1,8 м.м., но послѣ схода послѣднихъ съ моста она

возвратилась до прежней величины 0,6 мм. Когда затѣмъ нагрузка банкетовъ была увеличена до 686 килогр. на 1 квадр. мтр., то при передвиженіи тѣхъ же двухъ повозокъ наибольшая амплитуда въ вершинѣ достигла 2,2 мм., а по удаленіи ихъ съ моста она равнялась 0,9 мм. При этомъ испытаніи было замѣчено, что во все время движенія свободная отъ нагрузки часть моста немного поднимается, а нагруженная—весьма незначительно понижается.

Мосты, которыхъ отверстія превышаютъ 50 мтр., не рѣшались до сихъ поръ строить изъ бетона, хотя не подлежитъ сомнѣнію, что при употребленіи желѣзнаго каркаса этотъ матеріаль допускаетъ значительно большіе пролеты. Обыкновенно большіе своды строятъ изъ тесоваго камня или бута, и для раствора берутъ на 1 часть цемента $1\frac{1}{2}$ части песку. Сводики для пустотъ дѣлаютъ изъ бута или изъ бетона, составленнаго изъ 1 ч. цемента, 2 ч. песка и 3 ч. гравія или щебенки. Сверху арки смазываютъ слоемъ раствора изъ 1 ч. цемента и $1\frac{1}{2}$ ч. песка толщиной 3 сантиметра, и покрываютъ 7 миллиметровъ толстымъ слоемъ асфальта, изъ котораго отводятъ воду посредствомъ отверстій въ вершинѣ или помѣщенныхъ въ опорахъ сточныхъ трубъ.

На чер. 325 представленъ разрѣзъ построеннаго въ 1882 г. моста черезъ *Nagold* въ Виртембергѣ, образованнаго лучковой аркой, которой отверстіе 33 мтр. а пологость $\frac{1}{10}$; полное отверстіе на глубинѣ основаній равно 46 мтр. Погруженные въ грунтъ части арки, замѣняющія береговья опоры, состоятъ изъ бетона, а верхнія—изъ камня. Приступая къ кладкѣ видимой части свода нагружали кружала грузомъ, соответствующимъ будущему вѣсу его; раскружаливаніе было исполнено черезъ 42 дня по окончаніи работъ; осадка достигала 43 миллиметра, и вблизи вершины появилось нѣсколько малыхъ трещинъ.

Для избѣжанія послѣднихъ Dupuit предлагалъ уже въ 1868 г. устраивать въ вершинѣ и швахъ излома родъ шарнировъ, уменьшающихъ предѣлы перемѣщенія линіи давленія, и удаляющихъ ее отъ внѣшней и внутренней направляющей свода по направленію къ его оси. Онъ представлялъ себѣ шарниры изъ особенно крѣпкаго камня, могущаго выдерживать сосредоточенное давленіе, или изъ металла. Brosselin проектировалъ въ 1878 г. для моста *Tolbiac* шарниры изъ свинцовыхъ прокладокъ, но они не были исполнены. Мысль Dupuit получила практическое осуществленіе впервые въ Германіи, гдѣ *Leibbrand* построилъ нѣсколько каменныхъ сводовъ, получившихъ родъ шарнировъ въ вершинѣ и пятахъ, образованныхъ свинцовыми полосами. Произведенныя въ Поли-

технической школѣ въ Штутгартѣ испытанія показали, что свинцовые листы толщиною 15—20 сантиметр. могутъ выдерживать давленіе отъ 150 до 300 килограммовъ на квадратный сантиметръ, а потому считаютъ возможнымъ подвергать ихъ въ сводахъ давленію до 60 кил. на 1 кв. см.

Свинцовыя прокладки получаютъ ширину, равную $\frac{1}{3}$ толщины свода; для клинѣвъ, между которыми помѣщаются прокладки, берутъ особенно твердый сортъ камня, могущій выдерживать безопасно давленіе, распределяющееся на полосу, которой ширина равна $\frac{1}{3}$ толщины свода. Опыты Баушингера, Durand-Claye и другихъ показали, что каменная призма, получающая давленіе на площадь меньшую ея площади сѣченія, имѣетъ большее относительное сопротивленіе, чѣмъ когда площадь давленія равна площади сѣченія *). Вслѣдствіе этого обстоятельства нѣтъ необходимости, чтобы крѣпость камней, получающихъ давленіе отъ свинцовыхъ прокладокъ, была во столько разъ больше, во сколько площадь прокладокъ меньше площади полного шва. Посредствомъ прокладокъ величина возможнаго перемѣщенія линіи давленія уменьшается до $\frac{1}{3}$ толщины свода и это обстоятельство даетъ возможность увеличить коэффициентъ прочности камня съ $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{10}$.

Въ Германіи шарниры въ каменныхъ сводахъ употребляютъ теперь довольно часто. На чер. 326 представленъ разрѣзъ моста черезъ *Енгъ близъ Хофенъ* въ Виртембергѣ, котораго отверстіе 28 мтр. и подъемъ 2,8 мтр.; отверстіе на глубинѣ основанія равно 45 мтр. Его ширина достигаетъ 4 мтр., изъ которыхъ 2,5 занимаетъ проезжая часть, а 1,4 мтр.—тротуары; послѣдніе устроены на плитахъ, взвѣшивающихся на 0,5 мтр., соединенныхъ съ кладкой посредствомъ желѣзныхъ скобъ. Пяты изготовлены изъ бетона; онѣ упираются на скалистый грунтъ, находящійся на глубинѣ 2 мтр. ниже горизонта низкихъ водъ. Цементъ для бетона испытывали такимъ образомъ, что изъ каждаго вагона брали образецъ, который затворяли съ пескомъ въ отношеніи 1:3 и держали его 1 день на воздухѣ и 6 дней подъ водою, послѣ чего ихъ разрывали. Для быстро твердѣющихъ цементовъ требовалось при разрывѣ сопротивленіе не менѣе 8 килограммовъ на 1 квадратный сантиметръ, а для медленно твердѣющихъ—не менѣе 12 кил.

Своды изготовлены изъ камня, который при испытаніяхъ давалъ отъ 888 до 1003 кил. на кв. см.; они опираются на массивъ изъ сухой каменной кладки, покрытой сверху слоемъ раствора. Свинцовыя прокладки получили длину 1,05 мтр. и толщину 2 сан-

*) См. Черепашинскій: Каменные строительные матеріалы, стр. 26.

тиметра; ихъ ширина въ пятахъ равняется 0,5, а въ вершинѣ—0,35 мтр.; онѣ занимаютъ среднія трети швовъ. Къ раскружаливанію приступили черезъ 2 недѣли по сомкнутіи свода; осадка въ ключѣ равнялась въ началѣ 0,03 мтр., но черезъ 30 дней увеличилась до 0,0425 мтр., и по окончаніи всей кладки, послѣ истечения слѣдующихъ 4 недѣль, достигла 0,059 мтр. Измѣренія показали, что въ пятахъ толщина прокладки уменьшилась внизу на 0,7, а вверху—на 2,4 до 2,7 миллиметровъ, изъ чего слѣдуетъ, что линія давленія проходитъ здѣсь не много выше оси свода. Въ ключѣ, наоборотъ, сжатіе прокладокъ внизу достигало 3,1 миллиметр., а вверху ширина швовъ даже увеличилась на величину, достигавшую 1,3 миллиметр., такъ что верхняя часть прокладки не испытывала давленія; линія давленія прошла здѣсь, слѣдовательно ниже оси арки. Послѣ совершеннаго окончанія сооруженія швы съ прокладками хорошо вычистили и заполнили цементомъ.

Мостъ черезъ *Eng близъ Wildbad* имѣетъ отверстіе 15,6 мтр. и подъемъ 3,25 мтр.; отверстіе у основанія равно 20,6 мтр. Проѣзжая часть на мосту занимаетъ ширину 5,5 мтр., а ширина банкетовъ равна 0,9 мтр.; мостъ косой въ отношеніи 2:1. Въ бетонѣ, изъ котораго состоятъ нижнія части свода, погружено 30 процентовъ большихъ камней. Длина свинцовыхъ прокладокъ 1 мтр., толщина 2 сантиметр., а ширина какъ въ пятахъ, такъ и вершинѣ—0,2 мтр. Кружала устранили по прошествіи 2 недѣль послѣ вставки ключевыхъ камней; вслѣдствіе осадки, достигавшей 15 миллиметр., ширина шва въ пятахъ увеличилась на 1—2 миллиметр., но въ ключѣ давленіе распредѣлилось на всю прокладку. Швы съ прокладками заполнили вполнѣдствіи растворомъ изъ 1 ч. цемента и $1\frac{1}{2}$ ч. песка.

Мостъ черезъ *Glatt близъ Neuneck* построенъ въ 1886 г. Онъ состоитъ изъ лучковой арки, которой видимое отверстіе 17 мтр. и подъемъ 3 мтр.; мостъ косой съ отношеніемъ $\frac{1}{3}$, а его ширина равна 5,5 мтр. Нижнія части арки изготовлены изъ такогоя бетона, какъ и въ предыдущемъ мостѣ; растворъ для свода состоялъ изъ 1 ч. цемента и 4 ч. песка. Толщина свинцовыхъ прокладокъ 2 сантиметр.; ихъ ширина въ пятахъ 20, а въ вершинѣ—только 10 сантиметровъ.

Построенный въ 1887 г. мостъ черезъ *Murr близъ Marbach* имѣетъ отверстіе 32 мтр. и пологость $\frac{1}{10}$, его ширина 6,2 мтр. Погруженные въ грунтъ части свода состоятъ изъ бетона, для котораго на 1 ч. цемента брали 3 ч. песка и 6 ч. камня, и прибавляли къ нему 30 процентовъ большихъ камней. Для кладки въ водѣ употребляли быстро твердѣющій Портландъ-цементъ, кото-

рый послѣ 7 дневнаго отвердѣванія давалъ при разрывѣ 10,36 кил. на 1 квадр. сантиметр., а для надводной кладки брали медленно твердѣющій портландъ цементъ, который послѣ того же времени отвердѣванія разрывался при усилии 13,5 кил. на 1 кв. см.

Толщина свода въ ключѣ 1,2 мтр., въ пятахъ—1,6 мтр. а ширина прокладокъ равняется $\frac{1}{3}$ этой толщины; послѣднія заключены между камнями, которыхъ крѣпость достигаетъ 760 килограммовъ на 1 квадратный сантиметръ. Къ раскружаливанію приступили черезъ 6 недѣль по окончаніи свода съ большою осторожностью, и песокъ изъ ящиковъ, на которые опирались кружала, выпускали въ теченіе 13 дней. Осадка въ ключѣ равнялась 55 миллиметръ, и нигдѣ не оказалось ни малѣйшей трещины. Въ вершинѣ шовъ раскрылся вверху на столько, что прокладка соприкасалась съ кладкой только на ширинѣ 22 сантиметр., и давленіе на нее достигало 116 кил. на кв. см. Черезъ двѣ недѣли по удаленіи кружалъ залили пустоты между прокладками и камнями свинцомъ, и затѣмъ швы заполнили цементнымъ растворомъ.

Въ 1894 г. было построено нѣсколько каменныхъ мостовъ на желѣзной дорогѣ Станиславъ-Вороненка въ Червонной (Галицкой) Руси въ Австріи, изъ которыхъ мостъ черезъ *Прутъ близъ Яремче* получилъ отверстіе 65 мтр. Сводъ изготовленъ изъ тесоваго камня; его кладка производилась одновременно сначала въ 6, а затѣмъ въ 8 мѣстахъ, для того чтобы нагрузка кружалъ была по возможности равномерна. Камни укладывали на сухо съ промежутками не менѣе 1,8 сантиметр., въ которые по окончаніи кладки втрамбовывали желѣзными пестиками густой влажный растворъ. Опыты показали, что уплотненная такимъ образомъ цементная масса пріобрѣтаетъ очень большую крѣпость, и такъ сильно сцепляется съ камнемъ, что сводъ представляетъ какъ бы монолитъ. Полотно расположено на малыхъ аркахъ, которыхъ опоры основаны на большомъ сводѣ; арки покрыли сначала слоемъ бетона, толщиною отъ 5 до 9 сантиметровъ, и затѣмъ слоемъ асфальта, толщиною 2 см.

На небольшомъ разстояніи отъ этого моста близъ *Ямна*, построенъ въ тоже время другой каменный мостъ съ отверстіемъ 48 мтр., котораго конструкція одинакова съ конструкціей моста въ Яремче.

Технический характер мостовъ, построенныхъ въ текущемъ столѣтіи.

Повсемѣстное распространѣніе желѣзныхъ дорогъ, потребовавшее множество новыхъ мостовъ, не осталось безъ вліянія на развитіе и усовершенствованіе каменныхъ конструкцій. Хотя мосты 19-го столѣтія какъ величиной отверстій, такъ и внѣшнимъ видомъ и размѣрами, не превосходятъ вообще лучшихъ сооружений 18-го вѣка, но ихъ конструкція много совершеннѣе; видъ ихъ не удручаетъ зрителя черезмѣрной массивностью, толщина арокъ и опоръ соотвѣтствуетъ дѣйствующимъ на нихъ силамъ и крѣпости матеріала, и правильное опредѣленіе ея не зависитъ, какъ прежде, всецѣло отъ опытности и практическаго чувства строителя, но помощію эмпирическихъ формулъ и теоретическихъ соображеній сдѣлалось доступнымъ и менѣе опытнымъ специалистамъ.

Если бросимъ взглядъ на построенные въ послѣднее время каменные мосты то видимъ, что въ началѣ текущаго столѣтія впереди всѣхъ странъ стояла Франція, гдѣ въ это время построено наибольшее число отличныхъ каменныхъ мостовъ и виадуковъ. Въ Англіи конструкція каменныхъ мостовъ совершенствовалась ощупью почти чисто эмпирическимъ путемъ, но уже въ тридцатыхъ годахъ и въ этой странѣ начинаютъ придавать большее значеніе теоріи, развитію которой здѣсь много пособствовали такіе ученые какъ Rankine, Moseley и др. Въ Англіи встрѣчаются поэтому, на ряду съ весьма несовершенными и неуклюжими мостами, построенными пренебрегавшими теоріей практиками, также очень легкіе и красивые, не уступающіе лучшимъ французскимъ сооружениямъ, принадлежащіе ученымъ инженерамъ. Еще болѣшій контрастъ встрѣчается въ Германіи, гдѣ образцами служили главнымъ образомъ средневѣчныя, чрезвычайно несовершенныя и тяжелыя сооружения. Основаніе высшихъ техническихъ школъ въ разныхъ нѣмецкихъ государствахъ произвело полный переворотъ; обширное и повсемѣстное распространѣніе высшаго техническаго образованія въ этой странѣ имѣло огромное вліяніе на развитіе ея промышленности и искусствъ; оно преобразовало и конструкцію каменныхъ мостовъ, которая въ настоящее время уже достигла совершенства французской, и грозитъ ее опередить.

Хорошіе каменные мосты построены въ текущемъ столѣтіи также въ Италіи и Испаніи; въ Соединенныхъ Штатахъ Америки и въ значительной части Россіи богатство дерева мало благо-

пріятствовало распространенію каменныхъ сооружений, и они въ этихъ странахъ встрѣчаются рѣже, чѣмъ это было бы желательно.

Что касается вышшняго вида новѣйшихъ каменныхъ мостовъ, то вездѣ имѣется широкое, ровное, по возможности горизонтальное полотно; полуциркулярная форма сохранилась только при высокихъ опорахъ, и обыкновенно преобладаетъ дуга круга или коробовая кривая, которыхъ пологость нерѣдко доходитъ до $1/10$, а въ исключительныхъ случаяхъ даже до $1/15$. Для облегченія протока воды подъ мостомъ ребра коробовыхъ арокъ часто обдѣланы скосами въ видѣ коровьихъ роговъ, увеличивающими ихъ кажущуюся пологость и придающими имъ легкій видъ.

Усовершенствованіе цементовъ и удешевленіе ихъ производства дали возможность не только изготовлять своды изъ бетонной массы, но строить и каменные арки, имѣющія свойства монолита. Такія арки складываютъ сначала безъ раствора, но между каменными клиньями оставляютъ промежутки не менѣе 1,5 сантиметр., въ которые по окончаніи кладки втрамбовываютъ посредствомъ желѣзныхъ пестиковъ густой влажный растворъ. Вслѣдствіе произведеннаго при вколачиваніи уплотненія и его крѣпкаго прижатія къ камнямъ, онъ сдѣляется такъ сильно съ ними и пріобрѣтаетъ столь большую крѣпость, что для разъединенія кладки въ швахъ требуется не меньшее, и часто даже большее усиліе, чѣмъ для разрушенія самаго камня. Такіе своды нѣтъ уже надобности разсматривать какъ совокупность ничѣмъ между собою несоединенныхъ клиньевъ; онѣ находятся въ совершенно такомъ состояніи какъ и желѣзные арки, и къ нимъ примѣнимы общія законы упругости. Дѣйствительность послѣднихъ подтверждается еще тѣмъ обстоятельствомъ, что, какъ опыты показали, сжатый портландскій растворъ имѣетъ съ твердымъ камнемъ почти одинаковый модуль упругости и что законъ Гука дѣйствителенъ для обоихъ матеріаловъ; тоже самое можно сказать и по отношенію къ бетону.

Poncelet уже въ 1852 г. высказывалъ мнѣніе, что правильная теорія сводовъ можетъ быть основана только на законахъ упругости, и вѣрность этого взгляда, который повторяли впоследствии Culmann, Schwedler, Winkler и др., подтвердилась новѣйшими изслѣдованіями надъ сопротивленіемъ сводовъ *). Важный шагъ къ усовершенствованію исполненія каменныхъ арокъ сдѣланъ устройствомъ шарнировъ и употребленіемъ для этой цѣли свинца; хотя

*) Bericht des Gewölbeausschusses Wien 1895.

и этотъ шагъ принадлежитъ Франціи, но заслуга его введенія въ практику останется за Германіей.

Различное развитіе получили опоры каменныхъ мостовъ въ Франціи, Англіи и Германіи. Въ первой изъ этихъ странъ кладка однопролетныхъ арокъ часто продолжается и въ грунтѣ, такъ что онѣ не получаютъ собственно опоръ, но соотвѣтственно уширенные пяты ихъ лежатъ непосредственно на основаніи. Такія арки называютъ въ Франціи *culées perdues* (а въ Англіи *flying arches*) и онѣ встрѣчаются въ многихъ сооруженіяхъ, какъ желѣзнодорожныхъ такъ и шоссеиныхъ, а въ послѣднее время получили большое распространеніе и въ другихъ странахъ.

Промежуточные опоры строятъ сплошныя; при большой высотѣ ихъ толщина сверху внизъ увеличивается. Когда число отверстій значительно, то дѣлятъ ихъ на группы утолщенными опорами, размѣры которыхъ должны удовлетворять тому условію, чтобы обвалъ одной группы остался безъ вреда для остальныхъ. Число отверстій въ группѣ бываетъ отъ 3 до 5.

Въ Англіи береговыя опоры (устои) часто получаютъ малую толщину, но скрѣпляютъ ихъ контрфорсами, нерѣдко значительно выступающими изъ кладки; при большой высотѣ ихъ изготовляютъ вверху съ пустотами, уменьшающими объемъ кладки и давленіе на грунтѣ.

Въ Германіи опоры строятъ подобнымъ образомъ какъ въ Франціи, но при большой высотѣ дѣлятъ ихъ по образцу римскихъ сооруженій на этажи промежуточными арками, скрѣпляющими ихъ на разныхъ высотахъ. Стекающія по своду воды отводятъ черезъ отверстія въ вершинѣ или пятахъ, или помощію вертикальныхъ каналовъ, устроенныхъ въ опорахъ.

Значительныя усовершенствованія получили способы изготовленія подводныхъ основаній какъ посредствомъ употребленія быстро твердѣющаго подъ водой бетона, такъ и изобрѣтеніемъ пневматическаго способа и способа замораживанія. Употребленіе сжатого воздуха ограничено тѣмъ давленіемъ, которое не представляетъ вреда для здоровья и опасности для жизни. По изслѣдованіямъ Поля Вертъ животная жизнь прекращается безусловно при давленіи отъ 9 до 10 атмосферъ, но несчастные случаи въ кессонахъ происходили довольно часто при давленіи въ 4, а изрѣдка—даже при давленіи въ 3 атмосферы. Причина ихъ заключалась не столько въ величинѣ давленія, какъ въ быстромъ пониженіи его при выходѣ изъ сжатого воздуха; при медленномъ, постепенномъ уменьшеніи давленія несчастій совсѣмъ не было. Во всякомъ случаѣ 3, и максимумъ— $3\frac{1}{2}$ атмосферы слѣдуетъ считать предѣломъ

допускаемаго давленія въ кессонахъ, а это означаетъ, что пневматическій способъ даетъ возможность достигать глубины, не превышающей 35 мтр. ниже горизонта воды.

Болѣе значительную глубину допускаетъ способъ замораживанія, но онъ обходится дороже пневматическаго, и при настоящемъ недостаточномъ развитіи его представляетъ при большихъ работахъ не малыя затрудненія.

ИСТОЧНИКИ.

Описанія помѣщенныхъ въ этой книгѣ древнихъ мостовъ можно найти въ сочиненіяхъ Витрувія, Геродота, Діодора, Діонъ-Кассія, Юлія Цезаря, Страбо и др. Много данныхъ для исторіи мостовъ содержатъ техническіе журналы изъ которыхъ въ этомъ спискѣ приведены только болѣе важныя.

Allgemeine Bauzeitung (гг. 1828, 1836—1855 и 1868—1871).

Annales des ponts et chaussées 1864, 1875, 1883 и др. Builder.

Bulletin de la Société d'encouragement.

Deutsche Bauzeitung: 1879, 1882 и 1883.

Engineering 1875, 1877, 1878, 1879 и 1892.

Engineer 1878.

Nouvelles annales de la construction 1878, 1879.

Technische Blätter 1878.

The Architect and Building Gazette.

Scientific American, Suppl. 1876 и 1877.

Zeitschrift des Hannoverschen Ingenieur und Architekten-Vereins 1856, 1858, 1866, 1872, 1876.

Zeitschrift für Bauwesen 1852—1865.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur und Architekten-Vereins 1876.

Maschinen-Constructeur 1877.

Gautier. Traité des Ponts, Paris, 1714.

Rondelet. Traité de l'art de bâtir, (12-e edition) 1871.

Perronet. Description des projets et de la construction des ponts, Paris 1782.

Perronet. Memoire sur les moyens à employer pour construire des arches jusqu'à 500 pieds d'ouverture, 1795.

Gaulthey. Traité de la construction des Ponts, 1809 n 1813.

Jeckel. Galiziens Strassen-und Brückenbau, 1809.

Funk. Abhandlung über Bohlenbögen zu hölzernen Brücken, die grosse Öffnungen überspannen, 1812.

Langsdorf. Anleitung zum Strassen-und Brückenbau, 1817.

Röder. Practische Darstellung der Brückenbaukunde, 1821.

Hirt. Geschichte der Baukunst bei den Alten, 1822.

Barrés du Mollard. Nouveau système des ponts à grandes portées, 1827.

Emmery. Pont d'Jvry, 1832.

Long. Suspension bridges, 1839.

Laves. Memoire explicatif d'un nouveau système ou construction, Havre, 1839.

Long. Description of Long's bridges, Philadelphia 1841.

Moller. Beiträge zur Lehre von den Constructionen, 1844.

Annales des travaux publics de Belgique, 1845.

Ghega. Über nordamericanischen Brückenbau, 1845.

Müller. Die Nydeckbrücke über die Aar bei Bern, 1845.

Zilli. Dei modi di costruzione adoperati par la erezione in muro del ponte della Atta di Belluno sul fiume torrente piave, 1847.

Duggan. Specimens of the Stone, iron and woodbridges, 1850.

Fontenay. Construction des viaducs, 1852.

Bauernfeind. Vorlegeblätter zum Brückenbau, 1853.

Kohl. Beschreibung der Göltzsch und Elsterthal-Ueberbrückung, 1854.

Ghega. Malerischer Atlas der Semmeringbahn, 1855.

Molinos et Pronnier. Traité de la construction des Ponts, 1857.

Oppermann. Des quatre viaducs de Chaumont, Nogent, Göltzschthal, Elsterthal, et l'aqueduc de Roquefavour, 1857.

Guhl u. Koner. Das Leben der Griechen und Römer, Berlin, 1860.

Perdonnet et Polonceau. Nouveau portefeuille de l'Ingenieur des chemins de fer, 1866.

Humber. A record of the progress of modern engineering, 1866.

V. Cohausen. Caesars Rheinbrücken, 1867.

Sgancin. Programme ou résumé des leçons dun cours de construction, 1867.

Haskoll. Examples of bridges and viaducts, 1867.

Viollet-le-Duc. Dictionnaire d'architecture, 1864.

Exposition universelle à Paris, 1867. Notices sur les modèles, cartes et desseins, relatifs aux travaux publics.

v. Kaven. Über die Construction von Wegebrücken, 1869.

Art de bâtir chez les Romains, 1874.

Les eaux de Paris, 1875.

Morandière. Traité de la construction des ponts et viaducs 1876.

Chaix. Traité des ponts.

Die Bauten von Dresden, 1878.

Bavier. Die Strassen der Schweiz, 1878.

Croizette-Desnoyers. Cours de construction des Ponts, 1885.

Steiner. Über Brückenbauten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, 1878.

УКАЗАТЕЛЬ.

А.

Аар въ Бернѣ 151.
 ABC, Нюрембергъ 114.
 Adige, Верона 160.
 Адрианъ 13.
 Адриана акведукъ 56.
 Aelius 61.
 Air, Ballochmyle 159.
 Aire 79.
 Albano-Ariccia 150.
 Albi, чер. Tarnе 70.
 Alcantara, Лиссабона 127.
 Alcantara, черезъ Tage 63, 69.
 Александрина, акв. 56.
 Александръ, инженеръ 10.
 Александрия, ч. Танаро 86.
 Аллахъ-Верди-Ханъ 110.
 Альеръ (Allier) 10.
 Allier въ Guetin 154.
 Allier, Moulins 120.
 Alma, Парижъ 152.
 Almaraz, чер. Tage 95.
 Alness, Helmsdale 136.
 Alsietina и Августа водопр. 56.
 Altier. бл. Villefort, 145.
 Alz, бл. Altenmarkt, 24.
 Америка 167.
 Amoncinas 128.
 Амстердамъ 160.
 Амдернахъ 11.
 Anio Novus 56.
 Anio Vetus 55.
 Анн-Марцій 9.
 Annales des ponts et chaussées 127.
 Annan, Johnstone 136.
 Аннибалъ 161.
 Антиохія акв. 57.
 Ан-Чей 102.
 Аполлodorъ 11, 13.

Аппія акв. 55.
 Arcueil акв. 98.
 Ariège, Berdoulet 156.
 Ariminium въ Rimini, ч. Marecchia 60.
 Арка Хезроя 106.
 Armançon въ Semour 126.
 Арно во Флоренціи 93.
 Asnières 22.
 Au Change 96, 155.
 Aulne, Port-Launay. 146.
 Aurelianus 61.
 Austerlitz 155.
 Auzon, чер. Vienne 155.
 Авертинъ 9.
 Авиьонскій м. чер. Rhône 72.
 Августа м. черезъ Nera 60.
 Avon, Glasgow-Carlisle 136.
 Ахенскій виадукъ (Кельнъ-Ахенъ) 146.

Б.

Bachiglione бл. Vicenze 62.
 Бадень, бл. Вьны 148.
 Baie de la Caeche 155.
 Baja бл. Bauli 41.
 Barentin 143.
 Barrès du Mollard 22.
 Barton, акв. 128.
 Бассано, чер. Brenta, 10, 15, 16.
 Bastan ч. Nive 85.
 Battenfeld ч. Eder 25.
 Beaudemoulin 154.
 Бельгія 159.
 Bellow Falls 28, 32.
 Benevent Campobasso 162.
 Бенезетъ св. 74.
 Бераунъ 141.
 Bercy 155.
 Berwick (New-Castle-Berwick) 140.
 Bevinco, Корсика. 10.

Bezières 78.
 Bidarroy, чер. Nive, 85.
 Bielefeld 146.
 Bishop Auckland Bridge 83.
 Blackfriars ч. Темзы 116.
 Blenheim бл. Oxford 116.
 Блондель 16.
 Боннъ 11.
 Bonpas 75.
 Бордо 21, 136.
 Bouchemain бл. Angers 155.
 Bow и Channelsea 71.
 Братья моста 74.
 Brent (London-North Western) 140.
 Brindley 128.
 Brown 33.
 Brown James 159.
 Brunel 139.
 Brunoi 124.
 Бруноу (Парижъ-Лионъ) 144.
 Buc, Versaille 99.
 Бургасъ 67.
 Burney 159.
 Burr 27.
 Bussitti бл. Caltanissetta 163.

С, Ц.

Cabin John Creek Bridge 167.
 Canal du Midi 142.
 Cantilever 17.
 Capodars, ч. Imera 92.
 Carcassone, ч. Aude 78.
 Cartland-Crags бл. Lanark 137.
 Carvalho 128.
 Cascade-Gleen 128.
 Castellano, чер. Verdun 88.
 Cattish-Creek 37.
 Cazerte 131.
 Цендерудъ въ Испани 54.
 Central Pacific 37.
 Цезаръ 10.
 Cestius 59.
 Chanca 167.
 Chantilly 145.
 Chatellerault, ч. Vienne 95.
 Chatellux (Yonne) 146.
 Chaumont (Paris-Mulhouse) 144.
 Chenonceaux 93.
 Chirk, 134.
 Cismone 15.
 Civita Castellana 64, 163.
 Claix, ч. Drac 95.
 Claudia 56.
 Cloaca Maxima 55.
 Clyde, Glasgow, 84, 138.
 Colleton 42.
 Colne бл. Watford 151.
 Colossus, Filadelfia 29.
 Combe-Bouchard 142.
 Commelle 145.

Compiègne, Oise 114.
 Connecticut, Bellow Falls, 32.
 Connecticut, Springfield. 34.
 Conon 135.
 Conway-Ferry 130.
 Cordoue черезъ Guadalquivir 63.
 Cornelle 145.
 Cotton Burn 138.
 Cranston-Deane 138.
 Crespano (Bassano) 140.
 Creuse 154.
 Croyland 69.
 Crueize 146.
 Cubitte 42.
 Custom House 134.
 Циклонская кладка 48.
 Cysylltau 134.

Д.

D'Agen, бл. Бордо 141.
 Дарій 9.
 Dartmoore 58.
 Dean-Bridge въ Единбургъ 138.
 De Charmes, ч. Mosel 114.
 Дедадь 7.
 Dee, Chester 135.
 Dee, Chester-Shrewsbury, 151.
 Dee, Kincardin o'Neil 84.
 Dee, Petarch 136.
 Dee, Tongueland 134.
 Dei quattro Cappi 59.
 De la Concorde 123.
 De l'Arche, ч. Сену 82.
 De la Tournelle 96.
 Delaware, Trenton 27.
 Delhain 159.
 De Saintes, Charente 62, 97.
 Des Andyles, ч. Сену 157.
 D'Espalion ч. Lot 68.
 Desplain, бл. Jolliet 28, 31.
 De Tuillerie 97.
 Dinan (Rance, въ Бретани) 143.
 Дисфуль 107.
 Дъвичій мостъ (Дохтаре-Поль) 109.
 Dora Riparia 136.
 D'Ouilly ч. Orne 82.
 Drac въ Claix 157.
 Drome 127.
 Du Garde, Languedoc, 57.
 Дунай 9, 11, 13.
 Дунай бл. Пассау 26.
 Дунай бл. Ульмъ 163, 164.
 Дунай, Регенсбургъ 77.
 Dunfries, Carlisle 140.
 Dunkeld 135.
 Dupuit 169.
 Durance бл. St.-Clement 16.
 Durance, Briancon въ Têtes 114.
 Durance, Lyon-Marscille 154.
 Dutton 139.

Е. Э.

East Dart (Dartmoore) 58.
 Eck, Brechin 84.
 Ecole des ponts et chaussées 127.
 Ecole polytechnique 127.
 Eden, Carlisle 138.
 Elbe, Dresden 78, 114, 166.
 Elbe, Wittenberg 164.
 Ellesmere 134.
 Elster 148.
 Ens бл. Besigheim 163.
 Enz бл. Hofen 170.
 Enz бл. Wildbad 171.
 Эриванскій мостъ 109.
 Esk, Musselborough 130.
 Essex ч. Liffi 116.
 Евфратъ въ Вавилонъ 8.
 Euripus 9.

Ф. Ф.

Fabricius (Tarpejus) 59.
 Fayolles 16.
 Fecht, Ingersheim 130.
 Fegana, Lucques 162.
 Feige 145.
 Feldkirch, чер. Рейнъ 24.
 Felice бл. Borghetto 60.
 Fellas бл. Resciutta 141.
 Ficarazi 87.
 Filadelfia-Reading 36.
 Филибертъ де Лормъ 23.
 Flavien, ч. Touloubre 62.
 Folkeston, South-Eastern 150.
 Francesconi 141.
 Franzthal (Вьна-Триестъ) 148.
 Frejus 57.
 Fuentezen, ч. Riaza 166.
 Функъ 23.
 Fure (St.-Rombert-Grenoble) 143.
 Фу-Чу 103.

Г. Г.

Gabriel 113.
 Guadalaviar, Венеція 128.
 Gamperl-Graben 149.
 Garganta-Ancha 166.
 Garonne 158.
 Gartempe (Chateauroux-Limoge) 143.
 Gautier 14.
 Герберъ 17.
 Gimone 156.
 Glasgow-Bridge 139.
 Glatt бл. Neunack 171.
 Goel бл. Achen 146.
 Goeltch, (Leipzig-Hof) 147.
 Goldstream, Perth 128.
 Грюбенманъ 18.

Н.

Herault, Gignac 124.
 Nigh-Bridge 167.
 Hirschthal 149.
 Homer 8.
 Homs 126.
 Hooghly въ Калькуттъ 43.
 Horatius 59.
 Howe (Gay) 34.
 Гробъ Пифагора 54.
 Нуёрес въ Шампань 124.

И. И.

Janiculensis 61.
 Jena 136.
 Indre 143.
 Inflexible arch trusses 35.
 Inn въ Neuöttingen 23.
 Инвалидовъ мостъ въ Парижъ 153.
 Joconde изъ Вероны 89, 92.
 Julia 56.
 Isar, Freising 24.
 Испанганъ ч. Цендерудъ 111.
 Julien чер. Coulon 62.
 Ivry ч. Сену 22.

К.

Kalte Rinne 149.
 Канадія 17.
 Кандель въ Швейцаріи 20.
 Карьеруэ 43.
 Kelvin 135.
 Kew, Лондонъ 128.
 Kingston, Темза 117.
 Кинкъ 20.
 Киръ (Cyprus) 40.
 Китай и Японія 102.
 Константинъ 13.
 Kosen чер. Saale 82.
 Красный мостъ 107.
 Krausel-Klause 149.
 Ксерксесъ 149.
 Ктезифонъ 106.
 Кун-Ку 103.
 Ку-Чу-Фу 43.

Л. Л.

Lagames 127.
 Lagny 122.
 La Guillotière 80.
 Lamora чер. Duero 83.
 Landorre 37.
 Lanneau, Auvergne 17.
 Largue (Paris-Mulhouse) 144.
 Lattice-girders 30.

Lausanne 151.
Laversine 156.
Laves 28.
Lavour, ч. Agout 125.
Lea, Stratford 71.
Lech, Augsburg 24.
Leibbrand 169.
Leith 129.
Lempde ч. Magnon 127.
Лимматъ Веттингенъ 19.
Лимматъ, Цюрихъ 18.
Linlithgow 150.
Лионскій акведукъ 57.
Лиссабонскій акведукъ 64.
Loire, Blois 113.
Loire, Chalonnes 153.
Loire, Montlouis 26.
Loire, Nantes 153.
Loire, Orleans 116.
Loire, Saumur 118.
Loire, Tours 71, 120.
Löbau, Саксонско-Силезская ж. д. 147.
Lockwood б.л. Huddesfield 150.
Loing въ Nemours 123.
Лонгъ 31.
Longueville-lez-Metz 156.
London-Greenwich, Biad. 139.
Лондонскій мостъ 71, 137.
Lot et Truyère, Entraigués 81.
Lovat 135.
Louis-Philipp 155.
Louisville-Cincinnati-Lexington 37.
Lucca чеп. Serchio 69.
Lucques 141.
Lunc, Lancaster 71.

M.

Maas въ Maestricht 97.
Madison, Wisconsin 37.
Maidenhead, Great-Western 139.
Maintenon 99.
Manzanares, Мадридъ 128.
Мандроклій изъ острова Самось 40.
Mansard 97.
Manse, Orleans-Bordeaux, 143.
Mantes, чеп. Сену 95.
Marcia 55.
Marie 96.
Market-Street-Bridge чеп. Schuylkill 26.
Marly, Версаль 99.
Marne 142.
Marne, Gournay 22.
Marne, Nogent 155.
Мария-Рейнскій каналъ 35.
Martorelle чеп. Noya 70.
Massachusetts 39.
Мавзолей Бен-Хассанъ 8.
Maupas 71.
Майнъ б.л. Франкфурта 164.
Mc. Callum 35.
Мегабизъ 8.
Meduna б.л. Perdenone 141.

Melza, б.л. Aquino 89.
Menai 130.
Merida, чеп. Guadiana 63.
Meuse, б.л. Luttich 159.
Менхъ 57, 71.
Мяне 110.
Michigane-Illinois 28.
Mignerou 21.
Mill-Creek, б.л. Cincinnati 32.
Milvius 59.
Миддлтъ въ Пруссии 23.
Mireville, Rouene-Havre 143.
Missisipi б.л. Davenport (Jowa) 35.
Missisipi St Louis, 157.
Mitelene 56.
Молдава въ Прагъ 88.
Monnon, Monmouth 82.
Montauban 84.
Montlouis 152.
Montmorillon, чеп. Gartempe 79.
Montpellier 125.
Moorswater 37.
Morlaix 146.
Mosel б.л. Konz 165.
Mosel б.л. Foul 118.
Моисей палатка 7.
Morandiere 143.
Mouse-Water 137.
Мраморный мостъ въ Флоренции 94.
Мста, Николаевская ж. д. 34.
Murg, Rastadt 25.
Murr, Marbach 171.
Mürz, б.л. Mürzzuschlag 149.

N. H.

Набонитъ 8.
Nagold, Виртембергъ 169.
Narses 58.
Nasmyth 140.
Nationale, Парижъ 154.
Navilly ч. Doubs 126.
Neckar б.л. Kannstadt 164.
Neckar б.л. Ladenburg 164.
Neckar, Штуттартъ. 24.
Neisse б.л. Görlitz 146.
Нерва 16.
Нерона акв. 56.
Несторъ 14.
Нева 43, 124.
New-York, Harlem 30.
Nigul 159.
Нинг-По 103.
Нитокрисъ 8.
Noblat 79.
Nomentano чеп. Anio 87.
Норвегия 17.
Нотръ-Дамъ 14, 91, 155.
Ноя ковчегъ 7.
Nürnberg 94.
Nydeck чеп. Aar 151.

O.

Oise, St Maxence 122.
Olargue, чер. Jaur 85.
Ольга, св. 14
Orense, чер. Mino 83.
Oreto, бл. Палермо 77.
Орсова 12
Orthez, чер. Gave de Pau 78
Осака 18.
Ottershausen 26.
Ouse 83, 143.

P. П.

Palatinus 58.
Палладіо 15.
Панскій мостъ чер. Erioux 118.
Paris-St Germain 22.
Passaic, New-Jersey 29.
Pathhead, Edinburg-Coldstream 137.
Perdonnet и Payen 142.
Perronet 119.
Персія 104.
Pesmes 126.
Petit-Pont чер. Сену 77.
Philadelphia-Reading 29, 30
Philibert de Lorm 93.
Piave-Astico 140.
Pie, Signac 156
Pignataro 163.
Пиргосъ 57
Pirmil, Nantes, 15.
Plessis-les-Tours 153.
По, Туринъ 162.
По, Vanchiglia 162.
Поганекъ чер. Саву 34.
Point du Jour 158
Poitou 82.
Poliorectica 13
Pompadour (Limoges-Brives) 146.
Pont-y-Pridd чер. Taff 116
Pont au Diable 97
Pont de la Revolution 123.
Pont Louis XVI 123.
Pont-Neuf 93.
Pont-Royal 97.
Ponte della Valle 131.
Ponte di Mezzo, Pisa 99.
Ponte Molle 59
Ponte Rotto 58
Ponte Santo Bartolomeo 59.
Ponte Sisto 61.
Pontenovo 100
Pontifex Maximum 64.
Pontoise 82.
Понтоны 39.
Порсена 9.
Portage-Viadnet Erie 36.
Port-Boulet 154
Port de Piles, чер. Creuse 114. 154.
Port Launay 146
Port St. Marie 158.

Potomac бл. Вашингтона 31.
Прага чер. Молдаву 88.
Pratt 33
Пруть, бл. Ямны 172.
Пруть бл. Яремче 172.

R. P.

Regnitz, Bamberg 24.
Renny 129.
Рейнъ 10, 165.
Reuss, Mellingen 20.
Rhone, Collonges 156.
Rialto, Венеція 94.
Riaza, Faentezen 166.
Richmond, Peterborough 30.
Ricobayo, чер. Eslo 82.
Rio San Juan бл. Cordova 95.
Riofredo-Desenzano 149.
Риттеръ изъ Люцерна 20.
Rock-Island, Missisipi 34.
Röder, Kleinwormsdorf 164.
Roesbachel 144
Romans, чер. Jsere 88.
Ronda въ Андалузіи 100.
Roquefavour 142.
Rosia бл. Resciutta 141.
Rouen 43.
Рочестеръ 14, 83.
Rumilly чер. Cheron 126.

S.

Saal, Walsburg 168.
Сади Карно 157.
Salamanque, чер. Tormes 63.
Salarno, чер. Anio 58.
Salerne, Poestum 161.
Саломона храмъ 7.
Самара 10.
Sangallo чер. Mugnere 92.
Sangarius, бл. Брюсса 67.
San Juan de las Abadesas 82.
Sankey 139.
San Leonardo (Termini-Palermo) 130.
Саона въ Serres 21, 16.
Sault du Rhone 17.
Sauveterre, Bearn 81.
Schaffhausen, Рейнъ 19.
Schärding 25.
Schwarza, бл. Payerbach 149.
Scrivia 160.
Seugog и Sturgeon 42.
Seine et Yonne 71.
Segovie 63.
Sagina въ Latinum 52.
Семирамида 8.
Сена Альма 152.
Сена, Choizy 22.
Сена, des Andyles 157.
Сена, Grenelle 22.
Сена, Mantes 119.
Сена, бл. Melin 124.

Сена, Nogent 121.
 Сена, бл. Neuilly 122.
 Сена, Парижъ 21.
 Сена, бл. Севръ 16.
 Senatorius 58.
 Sestos и Madytus 40.
 Severn, Bewdlay 135.
 Severn, Gloucester 136.
 Severn, Monford 135.
 Sèvre-Nantaise въ Pallet 155.
 Сибирь 34.
 Signac чер. Pic 156.
 Simeto 131.
 Smeaton 128. 129.
 Соединенные штаты Амер. 38.
 Solferino 162.
 Sommières чер. Verdoule 62.
 South-Western виад. 139.
 Spoleto, акв. 68.
 Sprée бл. Bautzen 147.
 Станиславъ-Вороненка 172.
 Starusco, Kirkwood 167.
 St. Affrique чер. Sorgues 85.
 St. Angelo 61.
 St. Charles 97.
 St. Esprit 80.
 St. Germans Viad. (Cornish-Railroad) 36.
 St. Germain 144.
 St. James-River, Richmond 30.
 St. Julien чер. Vienne 79.
 St. Martial и St. Etienne 79.
 St. Martin чер. Tage, Alcantara 78.
 St. Michel 96, 155.
 St. Phlin 154.
 St. Savourien du Port 80.
 St. Sauveur 156
 St. Vincent 16.
 Стефенсонъ 140.
 Сублициусъ 9, 59.
 Suspension-bridges 32.
 Susquehannah 27.
 Свайный постройки 8.
 Св. Антонія мостъ 56.
 Святославъ 14.

T.

Тавризь 100.
 Таль 7.
 Tammaro 162.
 Таррагонскій акв. 64.
 Таунъ, Нью-Йоркъ 29.
 Tavignano 100.
 Тау въ Dunkeld 135.
 Тау въ Perth 84.
 Tech въ Ceret, Perpignan 84.
 Тезавры 51.
 Тельфордъ 134, 136.
 Темза, Лондонъ 135.
 Темза въ Stains 137.
 Terula 56
 Tessin бл. Buffalora 137.

Teveron 62.
 Техетунъ 10.
 Thayer 32.
 Thouet, Saumure 126.
 Тибръ 9.
 Tilsit 157.
 Тиръ-Гирамъ 7.
 Тичино 82.
 Tolbiac, Парижъ 155.
 Toulouse, чер. Garonne 99.
 Tour на Лоаръ 120.
 Tournon чер. Doux 87.
 Tournous, чер. Saône 21.
 Траянъ 13.
 Тренте 15.
 Trebble-Works 36.
 Trezzo чер. Adda 86.
 Tripoli на Майнъ 130.
 Triumphal 61
 Truère 152.
 Туроць въ Галиціи 20.
 Tweed въ Kelso 130.

U.

Utica, Syracuse 33.
 Utrecht (Палладіо) 15.

V.

Valentino чер. По 162.
 Valentre (de la Calendre) 81.
 Val-Fleury. (Парижъ-Версаль) 142.
 Valserina (Lyon-Genève) 145.
 Val-Travers 152.
 Vanchiglia 162.
 Venzanossa въ Venzona 141.
 Vevey 166.
 Vicenze 94.
 Vieille-Brioude чер. Allier 88.
 Victoria бл. New-Castle upon Tyne 158.
 Vienne, Auzon 155.
 Villeneuve d'Agen чер. Lot 88.
 Vils, Vilsofen 24.
 Virgo 56.
 Vizille чер. Romanche 125.
 Volci 64.
 Volterra 53.
 Volturna бл. Capua 161.
 Voulzie бл. Provens 144

W.

Wagner Graben 149
 Вандиопоръ въ Тибетъ 18.
 Wansbeck въ Northumberland 138.
 Ван-Шоу-Кю 103.
 Warthe бл. Wronke 165.
 Wateree (South Carolina) 32.
 Waterloo въ Лондонъ 135.
 Watthofen 34.
 Вашель въ Венгрии 13.
 Вашингтонъ (Potsdam) 167.

Welleslay, Limmerick 138.
Венеціанскій вiад. 149.
Wernwag 26.
Верона чер. Adige 86.
Wertach въ Ettringen 24.
Wertach въ Jrrsingen 24.
Вестминстерскій мостъ чер. Темзу 115.
Whipple 35.
Вибекингъ 23, 25.
Виддинъ 13.
Willington-Dean бл. New-Castle 26.
Wittemberg 34.
Wolverton 140.

У.

Yonne, Montereau 142.
Yverdun 151:

Ч.

Чортовъ мостъ 70.
Чин-Сеу 102.

З.

Закаспійскій край 34.
Zwettau бл. Torgau 100.

Ю.

Южная жел. дор. въ Австріи 37.
Южный Каналь 142.

Х. Ch.

Chalzis и Aulis 9.
Хассанъ-Бей 111.
Chatou 23.
Chazeu чер. Aine 21.
Хеопса пирамида 7.
Chikapoë (Connecticut) 34.
Хок-Сва чер. Ло-Янгъ 103.
Хустеръ (Chouster) 105, 107.
Японія 103, 118.
Желвзныя ворота 12.
Шафгаузенъ, Рейнъ 19.



ПРОДАЮТСЯ СЛѢДУЮЩІЯ СОЧИНЕНІЯ ТОГО-ЖЕ
АВТОРА:

Упрощенная теорія статически неопредѣленныхъ строительныхъ сооружений. С. Петербургъ 1886—1 р. 50 к.

Крѣпость склепанныхъ соединеній. Переводъ съ англійскаго. СПб. 1883—75 коп.

Краткій историческій очеркъ развитія Строительной Механики. СПб. 1888—30 к.

*) Устройство и содержаніе мостовыхъ города Лондона. СПб. 1885.—30 к.

*) Результаты новѣйшихъ опытовъ надъ сопротивленіемъ желѣза и стали. Москва 1886—20 к.

Отвердѣваніе и постоянство объема Романскихъ и Портландскихъ цементовъ (гидравлическихъ вяжущихъ веществъ). 1897.—20 к.

*) Каменные строительные матеріалы: (камень, кирпичъ, цементъ, бетоны и растворы). Ихъ свойства, испытаніе и испытательные приборы. СПбгъ. 1892—2 рб.

*) Теорія сооружений, выпускъ 1-й. Съ атласомъ чертежей. Москва. 1889—2 рб.

*) Руководство къ употребленію счетной линейки новой системы. Изданіе Учебнаго Отдѣла Министерства Путей Сообщенія. С. Петербургъ 1886.—50 к.

*) Новые типы фермъ и расчетъ ихъ. 1891.—50 коп.

*) Новый методъ вычисленія размѣровъ желѣзныхъ и стальныхъ сооружений. СПб. 1883—70 коп.

Помѣченныя звѣздочкой сочиненія почти совсѣмъ распроданы и готовится второе изданіе ихъ.

Приготовлено къ печати:

Расчетъ мостовыхъ сооружений помощію инфлюентныхъ линій.
